

PRAKTYCZNY

ISSN 1232-2628

ELEKTRONIK

cena 2,50 zł (25000 zł)

październik
nr 10 '96

Wysokostabilne diody referencyjne

Przy budowie różnych przyrządów pomiarowych konieczne są napięcia odniesienia (referencyjne). Do tego celu najczęściej wykorzystuje się diody Zenera. Zaletą diod Zenera jest niska cena, natomiast istotnymi wadami są: duży temperaturowy współczynnik zmian napięcia, duża tolerancja napięcia i stosunkowo duża rezystancja dynamiczna. Wszystkie te niedogodności można w większym lub mniejszym stopniu zminimalizować, lecz powstaje wtedy układ skomplikowany a więc drogi. Znacznie prościej jest zastosować skompensowane temperaturowo źródło napięcia odniesienia często nazywane diodą referencyjną. W istocie jest to układ scalony (dwu lub trzy końcówkowy) spełniający funkcję zwykłej diody Zenera a posiadający nieporównywanie

lepsze parametry. Cena takiej diody jest trochę wyższa, lecz warto ją stosować w układach w których wymagana jest duża dokładność pomiaru.

W poniższym artykule zaprezentujemy trzykońcówkowe diody referencyjne LM 336-2.5 i LM 336-5.0. Pierwsza z nich, to źródło napięcia 2,5 V, a druga 5,0 V. Diody te to monolityczne układy scalone mogące pracować tak jak zwykłe diody Zenera o niskim współczynniku temperaturowym i bardzo małej rezystancji dynamicznej 0,6 Ω . Dodatkowe trzecie wyprowadzenie układów LM 336-2.5 i LM 336-5.0 umożliwia na precyzyjną regulację napięcia referencyjnego i minimalizację współczynnika temperaturowego.

Dokończenie tekstu na str. 30

Tabela 1 Parametry diod referencyjnych LM 336-2.5 dla $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parametr	Warunki pomiaru	LM136A/LM236A LM136/LM236			LM336B LM336			Jednostka
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Napięcie przebicia	$I_R = 1\text{mA}$ LM136/LM236/LM336 LM136A/LM236A/LM336B	2,440	2,490	2,540	2,390	2,490	2,590	V
		2,465	2,490	2,515	2,440	2,490	2,540	V
Rezystancja dynamiczna	$I_R = 1\text{mA}$, $f=100\text{Hz}$		0,2	0,6		0,2	1	Ω
Zmiana napięcia przebicia ze zmianą prądu	$400\mu\text{A} \leq I_R \leq 10\text{mA}$		2,6	6		2,6	10	mV
Stabilność temperaturowa	$V_R = 2,490\text{V}$, $I_R = 1\text{mA}$ $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ (LM336) $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ (LM236) $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM136)					1,8	6	mV
			3,5	9				mV
			12	18				mV
Stabilność długoterminowa	$T_A = 25^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ $I_R = 1\text{mA}$, $t = 1000$ godz		20			20		ppm

Tabela 2 Parametry diod referencyjnych LM 336-5.0 dla $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parametr	Warunki pomiaru	LM136A/LM236A LM136/LM236			LM336B LM336			Jednostka
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Napięcie przebicia	$I_R = 1\text{mA}$ LM136/LM236/LM336 LM136A/LM236A/LM336B	4,90	5,00	5,10	4,80	5,00	5,2	V
		4,95	5,00	5,05	4,90	5,00	5,1	V
Rezystancja dynamiczna	$I_R = 1\text{mA}$, $f = 100\text{Hz}$		0,6	1,2		0,6	2	Ω
Zmiana napięcia przebicia ze zmianą prądu	$600\mu\text{A} \leq I_R \leq 10\text{mA}$		6	12		6	20	mV
Stabilność temperaturowa	$V_R = 5,00\text{V}$, $I_R = 1\text{mA}$ $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ (LM336) $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ (LM236) $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM136)					4	12	mV
			7	18				mV
			20	36				mV
Stabilność długoterminowa	$T_A = 25^\circ\text{C} \pm 0,1^\circ\text{C}$ $I_R = 1\text{mA}$, $t = 1000$ godz		20			20		ppm

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

PAŹDZIERNIK nr 10/96

SPIS TREŚCI

Wysokostabilne diody referencyjne.....	2
Przetwornica DC/DC 12 V/ ± 30 V do samochodowego wzmacniacza mocy.....	4
Latarnia morska.....	10
Intervox.....	13
Elektronika inaczej cz. 9 - kondensatory.....	16
Regulowane źródło prądowe.....	22
Kontroler stanu akumulatora z symulatorem alarmu.....	25
Miniaturowa przetwornica podwyższająca napięcie.....	26
Przełączniki MPS.....	28
Karta zamówień.....	29

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 8,00 zł (80.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 6–12/95, 1–10/96. Cena jednego egzemplarza 2,50 zł (25.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,50 zł (15.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki.

Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95, PE 8/95, PE 2/96, PE 7/96.

Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra

Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE
ul. Jaskółcza 2/5 65–001 Zielona Góra
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra
997283–102847–2541

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego – 2,50 zł (25.000 zł) + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 20 cm²)
- ogłoszenia drobne do 40 słów – 1,25 zł (12.500 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65–001 Zielona Góra
tel. niestety czasowo brak telefonu
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

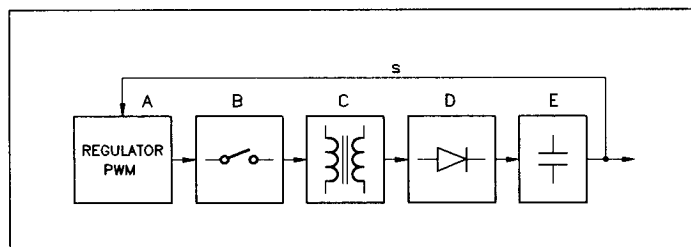
Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Przetwornica DC/DC 12 V/ ± 30 V do samochodowego wzmacniacza dużej mocy

Opisana w tym artykule przetwornica o mocy ok. 80 W umożliwia uzyskanie z akumulatora samochodowego napięcia 2×30 V. Podstawowym zastosowaniem tej przetwornicy jest zasilanie samochodowego wzmacniacza mocy. Zakres zastosowań przetwornicy może być znacznie większy, szczególnie że uzyskanie innego napięcia jest możliwe po kilku niewielkich zmianach.

Schemat blokowy przetwornicy został przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1 Schemat blokowy przetwornicy

- A – Regulator PWM (PWM – ang. Pulse Width Modulation – modulacja szerokości impulsu). Wytwarza impulsy sterujące przełącznikami. Impulsy te, a dokładniej ich szerokość są zależne od wartości napięcia podawanego do regulatora za pośrednictwem pętli sprzężenia zwrotnego S. Dzięki temu regulator utrzymuje stałe napięcie na wyjściu przetwornicy (niezależne od prądu obciążenia).
- B – Zestaw przełączników wytwarzających napięcie zmienne, które podawane jest na transformator.
- C – Elementem który faktycznie dokonuje przetworzenia niższego napięcia na wyższe jest transformator. Różni się on jednak od transformatorów zwykle stosowanych w zasilaczach sieciowych ze względu na to, że częstotliwość pracy wynosi ok. 100 kHz, a jego uzwojenia liczą tylko kilka zwojów i są nawinięte na toroidalnym rdzeniu wykonanym z materiału ferromagnetycznego.
- D – Prostownik pełnookresowy, w którym zastosowano szybkie diody prostownicze.
- E – Kondensatorowy filtr wygładzający.

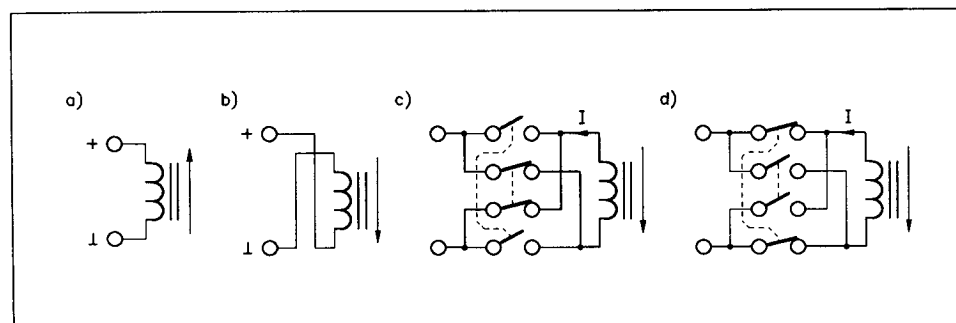
Parę słów o transformatorze

Elementem który umożliwia zamianę niższego napięcia zasilającego przetwornicę na wyższe odbierane przez obciążenie jest transformator. Nawet początkujący elektronik wie, że podłączenie do transformatora napięcia stałego nie przyniesie żadnych rezultatów. Transformator musi być zasilany napięciem prze-

miennym. Dokładniej mówiąc, nie tyle prąd uzwojenia pierwotnego, co strumień magnetyczny, wytwarzany w rdzeniu przez prąd płynący w uzwojeniu pierwotnym musi być przemienny, czyli mówiąc inaczej prąd musi zmieniać kierunek przepływu przez uzwojenie.

W przypadku stosowania pojedynczego uzwojenia pierwotnego uzyskanie przemiennego strumienia magnetycznego nie stanowi problemu w przypadku transformatora zasilanego napięciem przemiennym, tak jak to ma miejsce w transformatorach sieciowych. Jednakże jeżeli dysponujemy napięciem stałym o jednej polaryzacji zadanie to komplikuje się. Zostało to przedstawione na rys. 2. Aby w rdzeniu transformatora uzyskać przemienny strumień magnetyczny konieczne jest cykliczne doprowadzanie napięcia stałego do zacisków uzwojenia pierwotnego. W pierwszym cyklu (rys. 2a) do zacisku A doprowadzono dodatni biegun napięcia zasilania, a w drugim (rys. 2b) biegun ujemny. Układ taki wymaga zastosowania dwóch par naprzemiennie zwieranych włączników (rys. 2c).

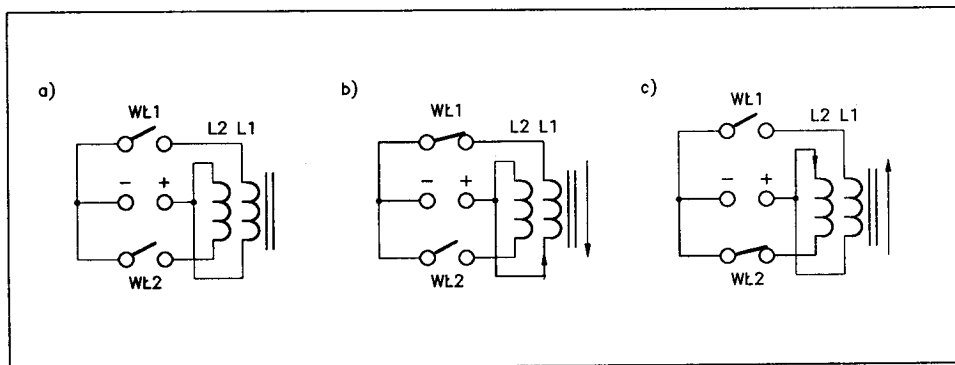
Niedogodność tą można usunąć stosując dwa identyczne uzwojenia pierwotne (rys. 3a). Taki transformator wymaga zastosowania tylko dwóch włączników. Gdy włącznik WŁ1 jest zamknięty (rys. 3b) prąd przepływa przez uzwojenie L1 powodując powstanie strumienia magnetycznego skierowanego w jedną stronę (strzałka w dół rysunku). Następnie włącznik WŁ1 zostaje rozarty, a zwierają się włącznik WŁ2 (rys. 3c). Prąd płynie wtedy w uzwojeniu L2. Ponieważ kierunek przepływu prądu przez uzwojenie L2 jest przeciwny niż prąd w uzwojeniu L1, to strumień magnetyczny też ma przeciwny kierunek (strzałka w górę rysunku). Kierunek strumienia na rysunku jest symboliczny. W rzeczywistości zależy on także od kierunku nawinięcia zwojów. Rzeczywisty kierunek strumienia magnetycznego można wyznaczyć posługując się tzw. regułą prawej dłoni.



Rys. 2 Zasilanie transformatora z pojedynczym uzwojeniem pierwotnym

Regulator PWM.

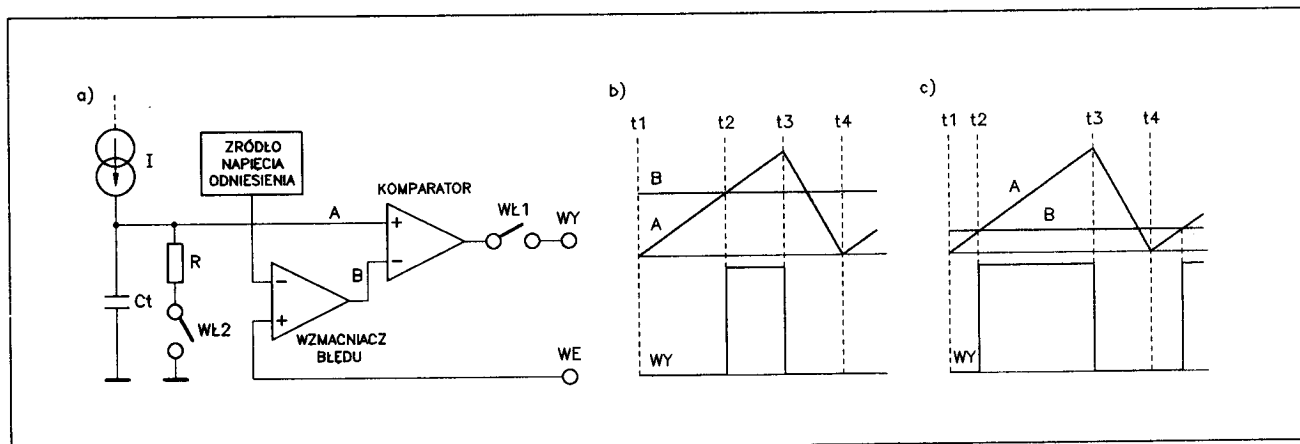
Na rysunku 4a przedstawiono najważniejsze elementy składowe regulatora PMW, a na rysunku 4b przebiegi w punktach A i B, oraz na wyjściu układu. W chwili t_1 WŁ 1 jest włączony, a WŁ 2 wyłączony. Napięcie z wejścia regulatora jest podawane do wejścia wzmac-



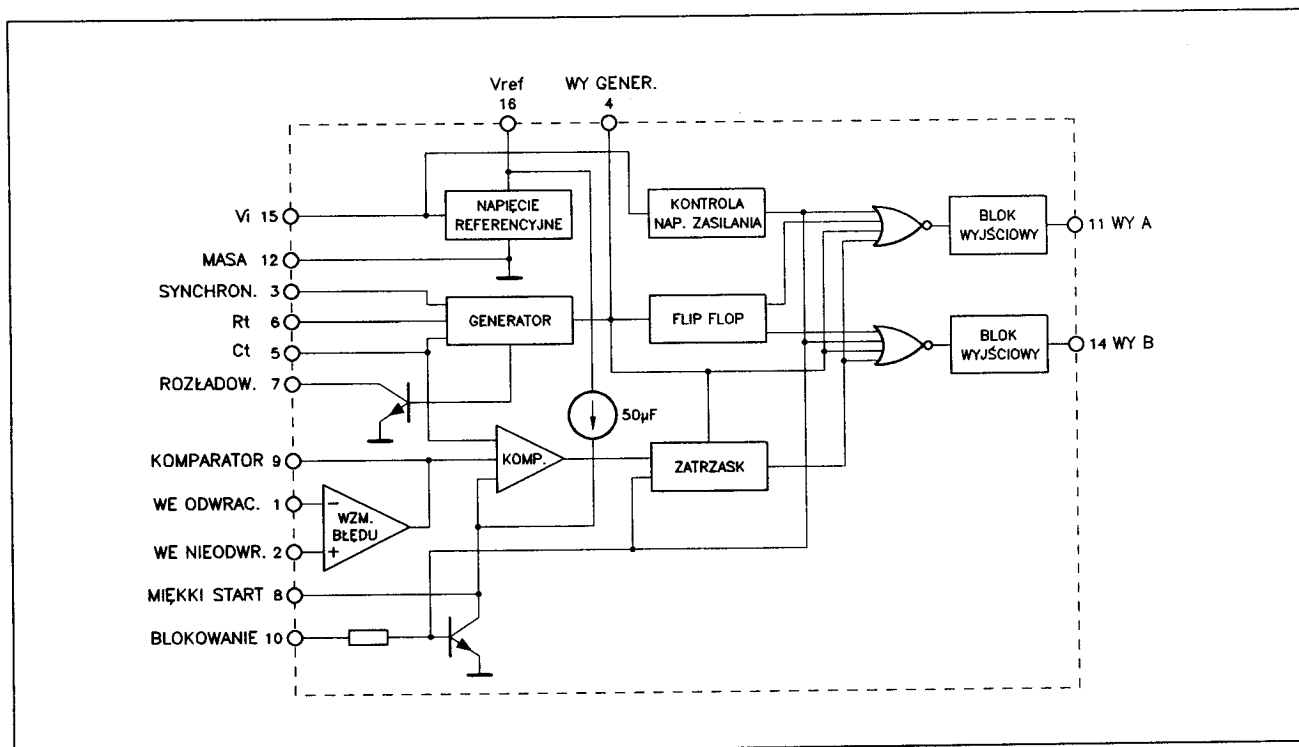
Rys. 3 Zasilanie transformatora z symetrycznym uzwojeniem pierwotnym

Kondensator C_t jest ładowany stałym prądem I dostarczonym przez źródło prądowe, a więc napięcie na nim narasta liniowo (przebieg A rys. 4b i 4c). Napięcie to jest podawane na drugie wejście komparatora. Jeżeli napięcie w punkcie A jest mniejsze niż w B to na wyjściu komparatora jest stan niski. W chwili zrównania liniowo narastającego napięcia A i stałego napięcia B (czas t_2) następuje zmiana stanu wyjścia komparatora na wysoki.

niacza błędu, który porównuje je z napięciem odniesienia doprowadzonym do drugiego wejścia wzmacniacza. Różnica tych napięć jest wzmacniana i podawana na wejście komparatora.



Rys. 4 Uproszczony schemat regulatora PWM i przebiegi w punktach układu



Rys. 5 Schemat blokowy układu SG 3525

Im napięcie wejściowe jest większe tym później nastąpi zrównanie napięć i zmiana stanu komparatora. Po naładowaniu się kondensatora C_t , w czasie oznaczonym jako t_3 , następuje wyłączenie WŁ 1 co powoduje przejście wyjścia układu w stan niski. Równocześnie włącza się WŁ2 powodując rozładowanie kondensatora C_1 przez rezystor R . Napięcie A zaczyna opadać. Szybkość rozładowania zależy od rezystancji R (im większa tym wolniej). Czas od t_3 do t_4 nosi nazwę czasu martwego, ponieważ wyjście układu niezależnie od napięcia wejściowego jest w stanie niskim.

W chwili t_4 następuje ponowne włączenie WŁ 1 i wyłączenie WŁ 2. Zatem cykl zaczyna się od początku. Na wyjściu układu pojawi się więc przebieg prostokątny o współczynniku wypełnienia zależnym od różnicy napięcia wejściowego i napięcia odniesienia. Im napięcie wejściowe będzie mniejsze, tym współczynnik wypełnienia jest większy.

Do konstrukcji tej przetwornicy został użyty scalony regulator PMW typu SG 3525 (Uwaga: układy SG 3524, SG 2524 itp. nie są zamiennikami SG 3525). Jego schemat blokowy zamieszczono na rysunku 5. Jest to rozbudowana wersja schematu z rysunku 4. Wejścia wzmacniacza błędów to końcówki 1 (wejście odwracające) i 2 (wejście nieodwracające). Wyjście wzmacniacza jest podłączone do komparatora oraz do końcówki nr 9. Drugie wejście komparatora podłączone jest do nóżki 5 (przeznaczonej dla kondensatora C_t). Prąd ładowania C_t zależy od wartości rezystora podłączonego do końcówki nr 6 (R_t). Wartość tego rezystora i pojemność kondensatora C_t decyduje o częstotliwości pracy układu. Rozładowanie C_t odbywa się poprzez wewnętrzny tranzystor którego kolektor jest podłączony do nóżki 7 (ang. Discharge – rozładowanie).

Trzecie dodatkowe wejście komparatora służy do realizacji funkcji "miękkiego startu" (ang. soft start). Zaraz po włączeniu zasilania różnica między napięciem wejściowym regulatora (wyjściowym przetwornicy), a napięciem odniesienia jest maksymalna, co spowodowało by ustalenie maksymalnego współczynnika wypełnienia na wyjściu regulatora. Przetwornica pracowałaby wtedy pełną mocą, chcąc jak najszybciej naładować kondensatory filtra wyjściowego. Pobierany byłby wtedy też duży prąd z zasilania. Aby tego uniknąć, w nowoczesnych rozwiązaniach (nie tylko przetwornic) stosuje się właśnie miękki start. Do trzeciego wejścia (nóżka nr 8) komparatora podłącza się zewnętrzny kondensator, który bezpośrednio po włączeniu zasilania jest rozładowany. Ładowanie kondensatora następuje przez wewnętrzne źródło prądowe $50 \mu A$. Ponieważ kondensator wewnątrz układu jest podłączony do komparatora, powoduje on, mimo małego napięcia wejściowego, generację wąskich impulsów. W czasie ładowania kondensatora napięcie na nim rośnie i impulsy wyjściowe stają się coraz szersze, by po kilku sekundach osiągnąć szerokość przewidzianą dla normalnej pracy. Po naładowaniu kondensator nie ma wpływu na pracę układu.

Ponieważ układ SG3525 jest przystosowany do zastosowania w przetwornicach z transformatorem, to po-

siada dwa wyjścia do sterowania tranzystorami mocy których obciążeniem są dwa symetryczne uzwojeniem. Na wyjściach tych oznaczonych WY A (nóżka 11) i WY B (nóżka 14) A pojawiają się na przemian dodatnie impulsy, o regulowanej przez układ szerokości. O tym na którym wyjściu ma pojawić się impuls decyduje przerzutnik FLIP – FLOP, który za pośrednictwem bramek NOR kieruje przebieg z wyjścia komparatora. Przerzutnik jest przełączany pod koniec każdego cyklu ładowania – rozładowania kondensatora C_t . Na wyjściach A i B układu znajduje się przeciwny stopień mogący sterować bezpośrednio tranzystorem MOS, a nawet małym transformatorem.

Za pomocą wejścia Blokowanie (nóżka 10) można wprowadzić układ w stan uśpienia. Na obu wyjściach równocześnie panuje wtedy stan niski. By to uzyskać wystarczy do wejścia Blokowanie doprowadzić napięcie ok. 5 V. Wprowadzenie układu w stan uśpienia powoduje także rozładowanie kondensatora miękkiego startu, by po wyjściu układu z tego stanu ponownie zmniejszyć początkowy prąd. Dzięki blokowi "Kontrola zasilania", obniżenie napięcia zasilania poniżej określonego poziomu powoduje taki sam efekt jak podanie 5 V na wejście blokowania. Na wyprowadzeniu nr 16 występuje napięcie 5,1 V wytworzone przez wewnętrzne źródło napięcia referencyjnego.

Układ posiada oddzielne zasilanie dla stopni wyjściowych V_c (nóżka 13) i reszty układu V_i (nóżka 15). Ponadto układ posiada wyjście generatora (nóżka 4) i wejście impulsów synchronizujących (nóżka 3), co umożliwia łatwe łączenie wielu układów razem.

Opis układu

Schemat przetwornicy znajduje się na rysunku 6. Na wejście nieodwracające wzmacniacza błędów podane jest poprzez rezystor R_3 napięcie referencyjne. Natomiast na wejście odwracające podane jest poprzez R_{10} napięcie z dzielnika R_8, P_1, R_9 . Wartości elementów dzielnika muszą być tak dobrane by przy zadanym napięciu wyjściowym przetwornicy na wyjściu dzielnika otrzymać napięcie 5,1 V czyli równe napięciu doprowadzonemu do wejścia nieodwracającego wzmacniacza błędów. Rezystor R_2 umieszczony pomiędzy wyjściem (nóżka 9) a wejściem odwracającym wzmacniacza błędów determinuje wraz z R_{10} wzmocnienie wzmacniacza (podobnie jak ma to miejsce w przypadku wzmacniacza operacyjnego). Kondensator C_3 obniża wzmocnienie dla przebiegów o większych częstotliwościach.

Układ US_1 zasilany jest przez układ filtrów zbudowany z elementów $R_4 \div R_7, C_5 \div C_9$. Jego zadaniem jest eliminacja z napięcia zasilającego impulsów zakłócających pochodzących z transformatora. Wyjścia układu (WY A i WY B) sterują tranzystorami mocy MOS typu BUZ 11. Parametry tych tranzystorów są naprawdę imponujące: prąd maksymalny 27 A, a w impulsie nawet 108 A. Rezystancja źródło-dren włączonego tranzystora wynosi tylko ok. 0,05 Ω . Bardzo ważnym parametrem są czasy włączania t_{on} i wyłączania t_{off} tranzystora, które

wynoszą odpowiednio 45 ns i 300 ns. Dzięki tak dużej szybkości przełączania w tranzystorze traci się małą moc.

Niestety wadą tranzystorów MOS są duże pojemności wejściowe C_{iss} wynoszące w przypadku BUZ 11 – 900 pF. Pociąga to za sobą konieczność sterowania bramki ze źródła o bardzo małej impedancji, tak aby szybko przeładowywać dużym prądem pojemności wejściowe. Na szczęście SG3525 posiada odpowiednie przeciwsołbne stopnie wyjściowe (jest wszakże przystosowany do zastosowania w przetwornicy), które umożliwiają bezpośrednie sterowanie tranzystorami MOS.

Dreny tranzystorów T1 i T2 są podłączone do uzwojeń pierwotnych transformatora. Wspólny zacisk transformatora podłączony jest do plusa akumulatora. Kondensatory C11, C12 zawierają zapas energii dla transformatora i umieszczone są jak najbliżej transformatora i tranzystorów.

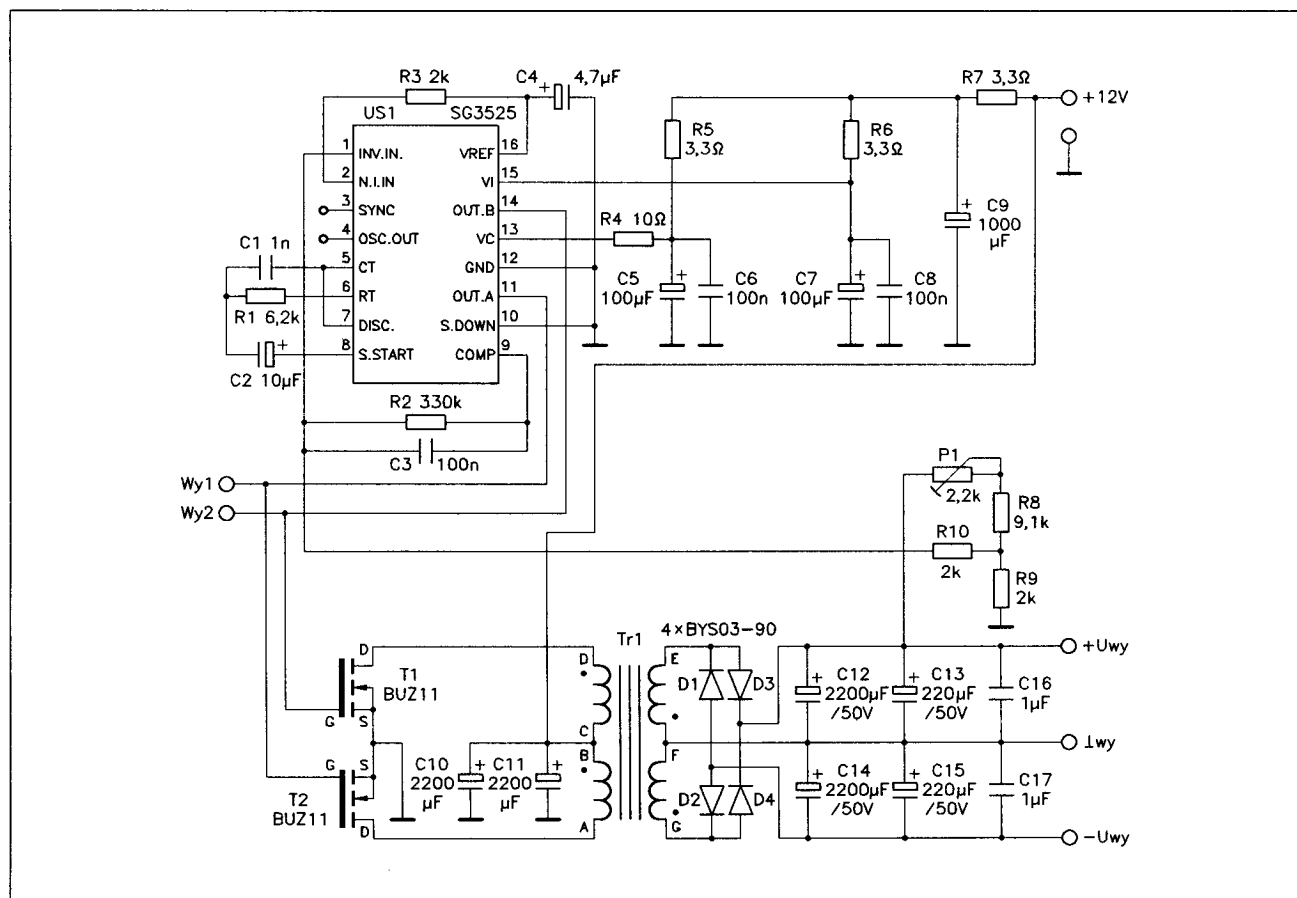
Do uzwojenia wtórnego podłączony jest mostek prostowniczy złożony z diod D1÷D4. Diody D1÷D4 muszą być diodami szybkimi najlepiej diodami Schottky'ego. Zwykła dioda prostownicza do tego celu w ogóle się nie nadaje z uwagi na duże pojemności. Po podłączeniu obciążenia będzie się ona bardzo grzała a do obciążenia trafi tylko niewielka część mocy. Do filtrowania napięcia przeznaczone są kondensatory C12÷C17.

Stabilizowana jest tylko dodatnia część napięcia wyjściowego, a więc część ujemna będzie równa dodatniej tylko wtedy gdy odbiornik będzie pobierał jednokowy prąd z wyjścia napięcia dodatniego i ujemnego, co jest spełnione w przypadku wzmacniacza mocy.

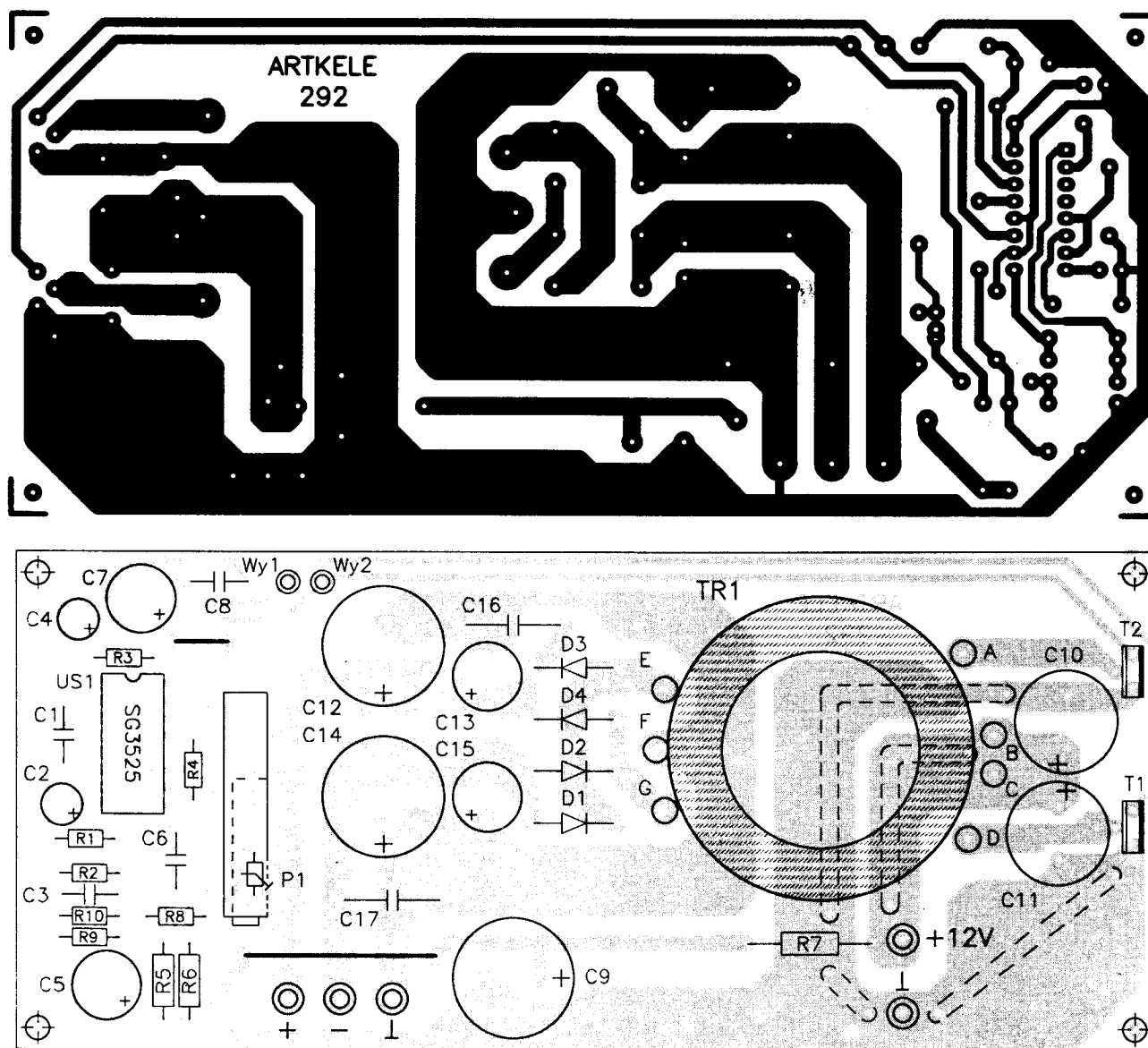
Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce i mozaika jej ścieżek są przedstawione na rys. 7. Najlepiej w pierwszej kolejności wlutować zwory. Zwory zaznaczone na rysunku montażowym linią przerywaną należy wykonać możliwie grubym drutem najlepiej o przekroju 4 mm². Wskazane jest także przylutować taki sam drut do ścieżek, którymi płynie prąd do transformatora i tranzystorów mocy. Następnie montuje się pozostałe elementy, a na samym końcu tranzystory, gdyż po kilku wygięciach końcówki tranzystorów "lubią" się urwać, a BUZ 11 nie należy do najtańszych (ok. 6,60 zł).

Tranzystory muszą koniecznie być wyposażone w radiatory o powierzchni minimum 100 cm² na jeden tranzystor. W przypadku mocowania tranzystorów na wspólnym radiatorze, obudowa tranzystora musi być od radiatora odizolowana. Przy montażu kondensatorów elektrolitycznych należy zwrócić uwagę na właściwą polaryzację.



Rys. 6 Schemat ideowy przetwornicy 12 V/±30 V – 80 W



Rys. 7 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Wykonanie transformatora

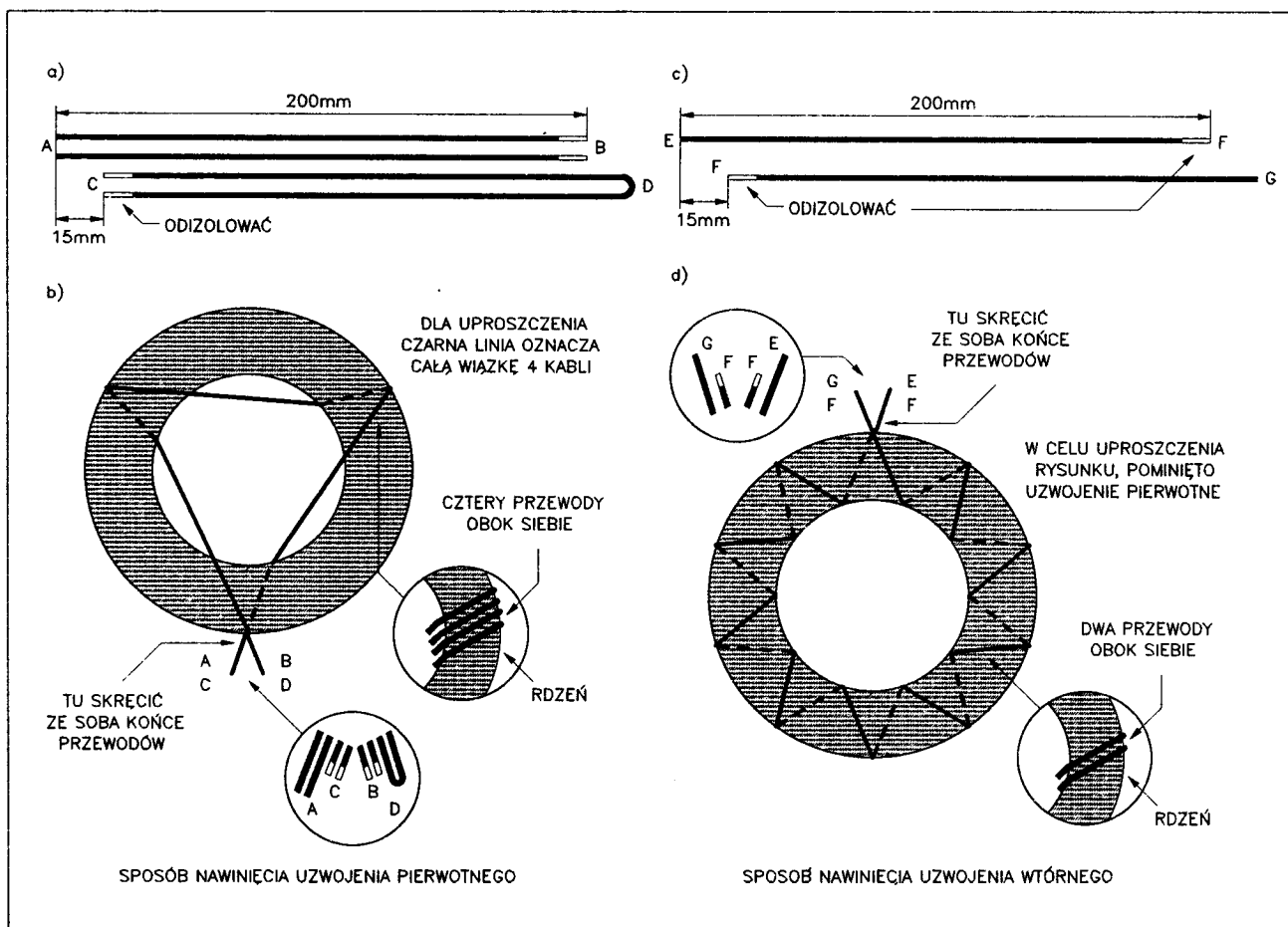
Transformator należy wykonać bardzo starannie gdyż od tego jak zostanie zrobiony zależy moc wyjściowa i sprawność przetwornicy. Uzwojenia transformatora nawija się na toroidalnym rdzeniu o średnicy 40 mm typu POLFER RP 40×24×16/II/F-3001. Uzwojenie pierwotne liczy trzy zwoje, wtórne dla wersji 2×30 V dziesięć zwojów. Najpierw należy pokryć rdzeń taśmą izolacyjną, co zapobiegnie przecieraniu się emaliowanej izolacji przewodów uzwojeń i powstania trudnych do zlokalizowania zwarców.

Z przewodu miedzianego w emalii o średnicy ok. 1 mm odcinamy 2 odcinki po 20 cm i jeden 40 cm. W każdym odcinku 20 cm zdrapujemy nożem lub papierem ściernym izolację na jednym końcu na długość ok. 1 cm i cynujemy. Na odcinku 40 cm wykonujemy tą czynność na obu końcach. Następnie należy złożyć prze-

wody ze sobą tak jak na rys. 8a. Tak złożoną wiązkę nawijamy 3 zwoje według rys. 8b. Przewody powinny ściśle przylegać do rdzenia i nie powinny się krzyżować (wiązka czterech przewodów powinna być ułożona płasko, a przewody mają leżeć jeden obok drugiego). Po nawinięciu końce uzwojeń zabezpieczamy przed rozwinięciem skręcając je ze sobą tuż przy rdzeniu w punkcie oznaczonym jako X.

Pocynowane końce to wyprowadzenia B i C (powinny być krótsze od pozostałych wyprowadzeń), nie pocynowane to A, a nie rozcięty koniec to wyprowadzenie D. Do końców przewodów można przykleić małe karteczki z opisem wyprowadzeń, aby przy montażu transformatora nie popełnić pomyłki. Teraz można pokryć cyną resztę wyprowadzeń.

Potem pozostaje nawinięcie uzwojenia wtórnego. Potrzeba do tego dwóch odcinków przewodu o średnicy 1 mm i długości ok. 55 cm (rys. 8c).



Rys. 8 Sposób nawinięcia uzwojenia pierwotnego i wtórnego transformatora Tr1

Postępujemy podobnie jak w przypadku uzwojenia pierwotnego, z tym że wiązka liczy 2 przewody a nie 4. Szczegóły wyjaśnia rys 8c i 8d. Gotowy transformator należy sprawdzić pod kątem występowania zwarcień między uzwojeniami (mogącymi powstać w wyniku mikropęknięć izolacji przewodów).

W przypadku trudności ze zdobyciem przewodu nawojowego (można spróbować w zakładach przewijania silników) można wykonać uzwojenia transformatora trochę inaczej. Potrzebna do tego będzie wiązka kolorowych przewodów, potocznie zwana taśmą lub klonką. Uzwojenie pierwotne należy nawinąć taśmą o 10 żyłach, wtórne taśmą o żyłach 6. W tym wypadku nie ma potrzeby owijania rdzenia taśmą izolacyjną. Po obu końcach należy taśmę rozdzielić na pół. Punkty B i C to końcówki pochodzące z różnych końców o różnych kolorach (zestawie kolorów). Podobnie punkt F to końce różnokolorowe z dwóch różnych końców. Moc wyjściowa tej wersji transformatora jest tylko o 5 watów mniejsza niż wersji z przewodem emaliowanym.

Po zmontowaniu przetwornicy przed podłączeniem do instalacji elektrycznej samochodu należy sprawdzić jej

działanie na zasilaczu 12 V/2 A. Po początkowym wzroście prąd powinien ustabilizować się na poziomie poniżej 60 mA. Gdy zamiast tego prąd będzie większy od 200 mA należy ponownie sprawdzić poprawność

montażu, a gdy to nie pomoże, konieczne będzie sprawdzenie transformatora.

Potencjometrem P1 ustawia się napięcie wyjściowe pomiędzy $+U_{wy}$ a masą na 30 V. Następnie należy podłączyć pomiędzy $+U_{wy}$, a $-U_{wy}$ rezystor 400 Ω /10 W (lub dwie żarówki 60 W/220 V połączone równolegle). Napięcie na wyjściu nie powinno się zmieniać, a pobór prądu powinien wynosić $0,9 \div 1$ A (większy pobór prądu może świadczyć o nieprawidłowym podłączeniu uzwojenia wtórnego transformatora).

Tak sprawdzoną przetwornicę można podłączyć do instalacji elektrycznej samochodu przez bezpiecznik 15 A. Przewody zasilające przetwornicę powinny mieć średnicę $2 \div 3$ mm (ok. 4 mm²). W samochodzie przeprowadzamy ostatnią próbę działania przetwornicy podłączając do wyjścia przetwornicy grzałkę, czajnik elektryczny, żelazko, lub grzejnik o mocy 1000 W. Przy napięciu wyjściowym 60 V na takim sztucznym obciążeniu wydzielili się ok. 75 W.

Tranzystory nie powinny stać się gorące, a prąd pobierany przez układ powinien być mniejszy niż 10 A (ok. 9 A). Spadek napięcia na wyjściu może wynosić co najwyżej 1 V w stosunku do pracy na biegu jałowym.

Uwaga: Zbyt długie używanie przetwornicy na postoju może doprowadzić do rozładowania akumulatora i niemożności uruchomienia silnika samochodu (trzeba będzie pchać).

Modyfikacje:**1. Pojedyncze napięcie wyjściowe.**

Wystarczy nie wlutować elementów C14, C15 a zamiast C17 należy wlutować zworę (C12, C13 i C16 muszą być oczywiście na odpowiednie, dwa razy większe napięcie). Rezystor R8 zmienić na 18 kΩ a P1 na 4,7 kΩ. Transformator nie musi mieć odczepu (F), ale jeżeli ma to nie może być on wlutowany w płytkę.

2. Inne napięcie wyjściowe.

Jak można się domyślić transformator musi mieć inną liczbę zwojów uzwojenia wtórnego. Można ją wyznaczyć ze wzoru:

$$N = \frac{U [V]}{4}$$

Tak obliczoną liczbę zwojów powiększa się o ok. 25÷30% dla przewodu w emalii i o ok. 33% dla taśmy. Zwiększenie liczby zwojów o 25÷33% wynika ze spadku napięcia na tranzystorach, przewodach, rezystancji uzwojeń. Należy także zmienić wartości elementów dzielnika P1, R8, R9, tak by przy założonym napięciu wyjściowym, na wyjściu dzielnika wynosiło 5,1 V. Najłatwiej posłużyć się wzorami:

$$R8[k\Omega] = 0,9 \frac{R9[k\Omega] \cdot (U_{wy} [V] - 5,1 [V])}{5,1 [V]}$$

$$P1[k\Omega] \approx 0,8 R8[k\Omega]$$

gdzie: U_{wy} – napięcie wyjściowe przetwornicy

W Tabeli 1 podana jest liczba zwojów oraz wartości rezystorów dla kilku napięć.

Tabela 1

Napięcie wyjściowe	Liczba zwojów uzwojenia wtór. transformatora	R8	R9	P1
2×45	2×14	14 kΩ	2 kΩ	4,7 kΩ
2×40	2×13	12 kΩ	2 kΩ	4,7 kΩ
2×35	2×11	10 kΩ	2 kΩ	4,7 kΩ
2×25	2×8	6,8 kΩ	2 kΩ	2,2 kΩ
2×20	2×6	4,7 kΩ	2 kΩ	2,2 kΩ

Nie wolno zapomnieć o dopuszczalnym napięciu kondensatorów C12÷C17, które nie może być mniejsze niż napięcie wyjściowe przetwornicy. Przy napięciu wyższym od 90 V (2×45 V) niezbędna jest zmiana diod BYS 03-90 na diody o odpowiednio wyższym dopuszczalnym napięciu wstecznym.

3. Większa Moc.

Do uzyskania dwa razy większej mocy potrzebna będzie dodatkowa płytka przetwornicy. Należy wlutować w nią tylko elementy T1, T2, Tr1, C10÷C17, D1÷D4. Następnie przewodami łączy się punkty Wy1 i Wy2 z płytki pierwszej z punktami Wy1 i Wy2 płytki drugiej, tak samo zasilanie +12 V i masa, oraz napięcia wyjściowe + U_{wy} , – U_{wy} , masa wyjścia przetwornicy. Dwie takie przetwornice (lub więcej) można połączyć równolegle. Moc takiego układu będzie także dwa (lub więcej) razy większa.

Wykaz elementów

US1	– SG 3525
T1, T2	– BUZ 11
D1÷D4	– BYS 03-90 (lub inna Schottky'ego 3 A/90 V)
R5÷R7	– 3,3 Ω/0,5 W
R4	– 10 Ω/0,25 W
R3, R9, R10	– 2 kΩ/0,125 W
R1	– 6,2 kΩ/0,125 W
R8	– 9,1 kΩ/0,125 W
R2	– 330 kΩ/0,125 W
P1	– 2,2 kΩ TVP 1232
C1	– 1 nF/25 V 10% KSF-020-ZM
C3 C6, C8	– 100 nF/100 V MKSE-018-02
C16, C17	– 1 μF/100 V MKSE-018-02
C4	– 4,7 μF/50 V 04/U
C2	– 10 μF/25 V 04/U
C5, C7	– 100 μF/16 V 04/U
C13, C15	– 220 μF/50 V 04/U
C9	– 1000 μF/16 V 04/U
C10, C11	– 2200 μF/16 V 04/U
C12, C14	– 2200 μF/35 V 04/U
Tr1	– rdzeń RP 40×24×16/II/F-3001 patrz opis w tekście

płytką drukowaną **numer 292**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 5,70 zł (57.000 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Krzysztof Klimczak

Latarnia morska

Jesienne wieczory sprzyjają majsterkowaniu. Nasz miesięcznik proponuje budowę różnych urządzeń elektronicznych. Proponowane w tym artykule urządzenie, będzie dodatkiem do zbudowanej latarni morskiej. Modele kartonowe różnych latarni morskich cieszyły się w tym roku dużym powodzeniem w miejscowościach nadmorskich. "Wspaniała

pogoda" pozwalała na zajęcia pozapłazowe. Dodanie do tych modeli sygnałów świetlnych i efektów dźwiękowych, będzie przypominało Wam letnie dni w zimowe wieczory.

Głównym zadaniem latarni morskiej jest wysyłanie sygnałów świetlnych, o właściwej barwie i długości

światła. Sygnały świetlne wysyłane są w odpowiednich odstępach czasu, co umożliwia statkom wodnym orientację w pobliżu jakiej latarni się znajdują. Gdy występują gęste mgły, latarnie mogą wysyłać sygnały dźwiękowe. Obecnie najczęściej wykorzystuje się radary i satelitarne systemy nawigacji. Dawniej w czasie sztormu rozpalano duże ogniska na plażach lub skalistych nadbrzeżach.

Zbudowany przez Was model kartonowy latarni, można uzupełnić o dodatkowe efekty elektroniczne. Opisane w tym artykule urządzenie wzbogaci Wasz model o sygnalizację świetlną, zrealizowaną na diodach elektroluminescencyjnych. Drugi efekt, nie związany bezpośrednio z latarnią, to efekt szumu fal morskich.

Taka zabawka, uruchomiona wieczorem w ciemnym pokoju, pomoże Waszemu młodszemu rodzeństwu, lub Waszym dzieciom szybciej zasnąć. Miarowy, monotonny dźwięk wywołuje uczucie odprężenia, spowalnia tętno i w efekcie pomaga w zaśnięciu. Szum fali morskiej powoduje dodatkowo bardzo dobre maskowanie innych dźwięków dochodzących z sąsiednich pomieszczeń lub z ulicy, które mogą rozpraszać zasypiające dziecko. Latarnia taka bardzo skutecznie zastępuje tradycyjne liczenie baranów. Efekt sygnalizacji dźwiękowej (buczka) został pominięty. Zastąpić go można poranym budzeniem budzika.

Opis układu

Schemat ideowy układu z efektem szumu fal morskich, zamieszczono na rysunku 1. Układ ten można podzielić na trzy zasadnicze części. Pierwsza z nich to generator impulsu, taktującego, potrzebny do wyzwalania generatora szumu. Druga część to generator szumu, i trzecia to wzmacniacz mocy.

Generator impulsu zbudowany został w oparciu o popularny układ tajmera 555 US1. Potencjometrem P1 regulujemy częstotliwość impulsów, czyli szybkość uderzania kolejnych fal o brzeg morza. Impulsy z wyjścia tego generatora, wyzwalają pracę generatora szumu.

Szum fali morskiej jest cykliczny, lecz po szybkim wzroście natężenia dźwięku zanika on powoli. Zanikanie dźwięku nazywa się wybrzmiewaniem. W układzie taki

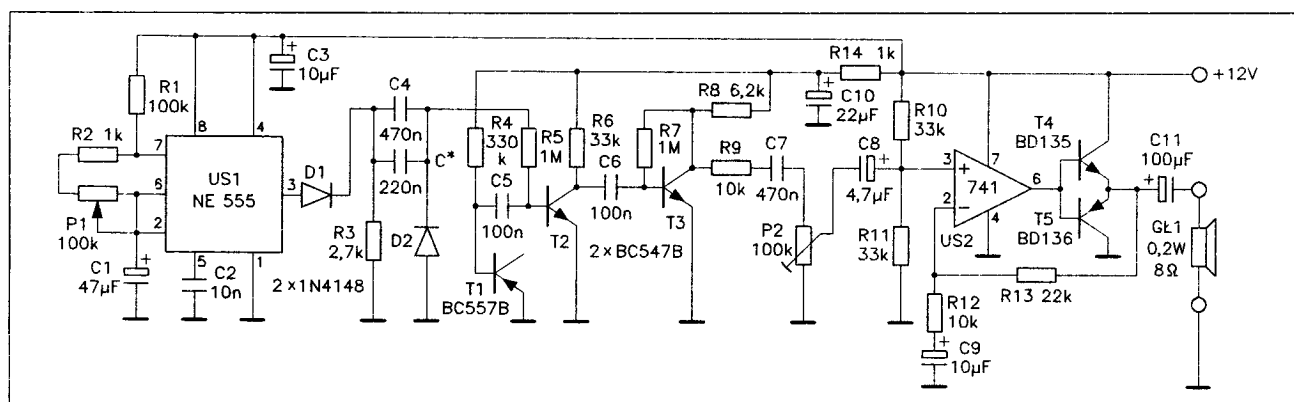
efekt uzyskano w stosunkowo prosty sposób. Generatorem szumu białego, czyli szumu o jednakowej gęstości mocy w funkcji częstotliwości, jest spolaryzowane zaporo-wo złącze baza-emiter tranzystora T1. W przyrodzie za źródła szumu białego uznaje się szum wodospadu i zbliżony do niego szum morza.

Pierwszy stopień wzmacniacza napięciowego zbudowanego na tranzystorze T2 nie jest spolaryzowany, zatem w stanie ustalonym, na jego kolektorze nie ma napięcia zmiennego. Dodatni impuls z wyjścia generatora US1 powoduje szybkie naładowanie się kondensatorów C4 i C*. Następnie kondensatory rozładowują się powoli przez rezystor R5 polaryzując bazę tranzystora T2, który zaczyna wzmacniać szum wytwarzany przez tranzystor T1. W pierwszej chwili po wygenerowaniu impulsu tranzystor T2 jest wysterowany dość mocno, co powoduje duże wzmocnienie tego stopnia. W miarę upływu czasu wysterowanie T2 zmniejsza się, przesuując punkt pracy tranzystora i zmniejszając jego wzmocnienie. Daje to efekt dźwiękowy, przypominający przyływ fali morskiej i powolne jej odpływanie. Czas "odpływania" fali można zmieniać dobierając wartość kondensatora C*.

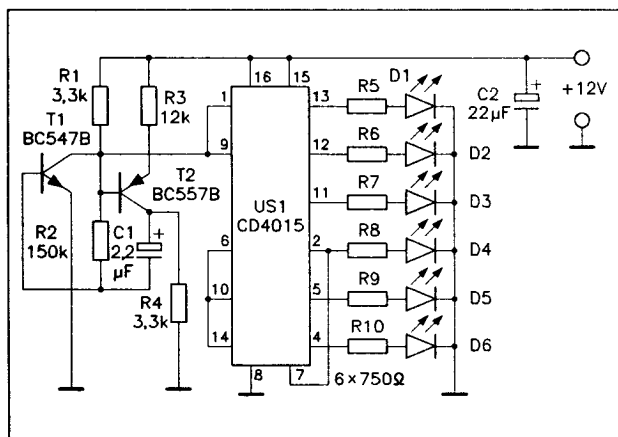
Z kolektora tranzystora T2 sygnał doprowadzany jest do drugiego stopnia wzmacniacza napięciowego T3 i dalej za pośrednictwem potencjometru P2 do wzmacniacza mocy. Potencjometr P2 umożliwia ustawienie poziomu głośności w taki sposób, aby szum nie był zbyt głośny, lecz równocześnie powodował maskowanie innych niepożądanych dźwięków.

Schemat ideowy układu wytwarzającego sygnały świetlne, zamieszczony został na rysunku 2. Układ składa się z dwóch części, generatora taktującego, oraz układu cyfrowego sterującego zapalaniem i wygaszaniem diod.

Generator taktujący, to multiwibrator astabilny, wytwarzający przebieg prostokątny T1, T2. Konfiguracja elementów w tym układzie jest dość nietypowa. Taki układ generatora nosi nazwę przerzutnika z przełączaną asymptotą. Zaletą generatora jest występowanie tylko jednego kondensatora i duża pewność wzbudzenia się. Częstotliwość generowanego przebiegu możemy zmienić, zmieniając wartość pojemności kondensatora C1.



Rys. 1 Schemat ideowy układu generatora szumu fal morskich



Rys. 2 Schemat ideowy układu sygnałów świetlnych

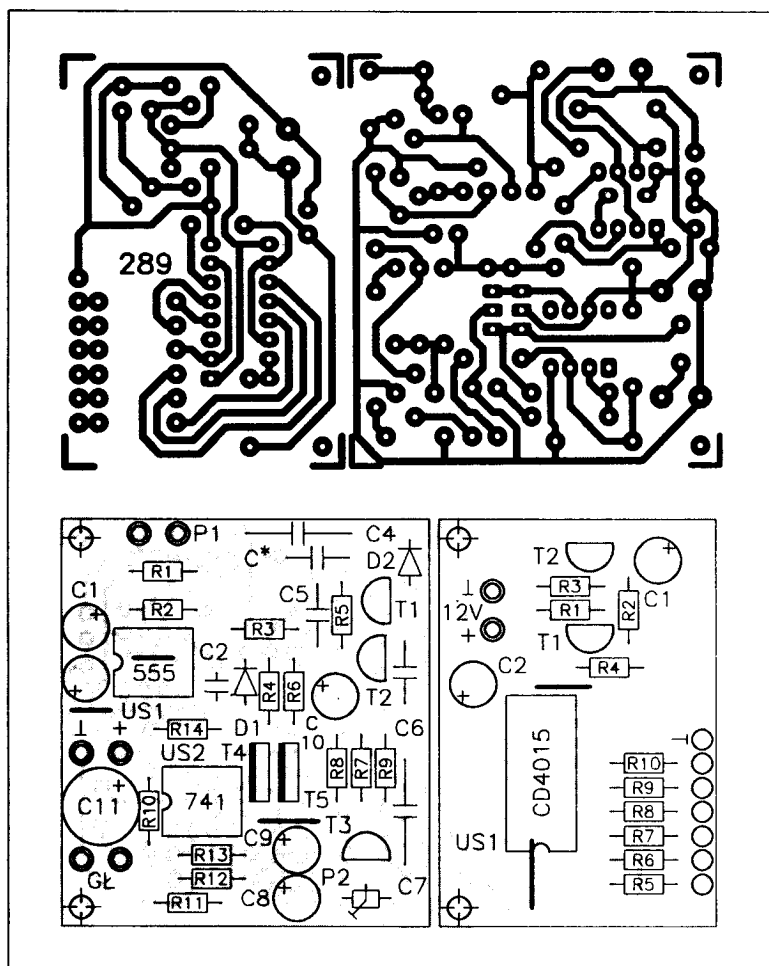
Przebieg pobierany z kolektora tranzystora T1, podawany jest na wejścia zegarowe dwóch szeregowych 4-bitowych rejestrów przesuwanych US1 (CD 4015). Wejście szeregowego wprowadzania informacji pierwszego rejestru (nóżka 15) połączone jest na stałe z zasilaniem układu. Podawanie impulsów taktu, powoduje pojawianie się na kolejnych wyjściach rejestrów poziomów logicznej "1" i zapalanie kolejnych diod D1÷D6.

Po wystąpieniu "1" na ostatnim z czterech wyjść pierwszego rejestru (nóżka 2), stan ten zostaje przeniesiony na wejście wprowadzania danych drugiego rejestru (nóżka 7). Zapętnianie rejestrów "1" na wyjściu, trwa do momentu pojawienia się "1" na ostatnim wyjściu (nóżka 10). Ponieważ wyjście to połączone jest z wyprowadzeniami zerującymi rejestry (nóżki 6 i 14), następuje wyzerowanie obydwu rejestrów i wygaszenie wszystkich diod. Następnie cykl ten powtarzany jest od początku.

Montaż i uruchomienie

Mozaikę ścieżek płytki drukowanej oraz rysunek montażowy przedstawia rysunek 3. Płytki drukowane posiada połączone dwie części obu układów. Jest jednak możliwość rozłączenia części akustycznej i optycznej. Może to być potrzebne, w przypadku gdy podstawa modelu latarni będzie miała małą średnicę i mało miejsca. Ewentualne rozcięcie płytek, należy przeprowadzić przed montażem elementów. Nie zapomnijcie zamontować zworek z drutu, szczególnie pod układem US1.

Tranzystor T1 w generatorze szumu, powinien mieć obciętą nóżkę kolektora. Na płytce nie ma oczka do przylutowania tego wyprowadzenia.



Rys. 3 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów

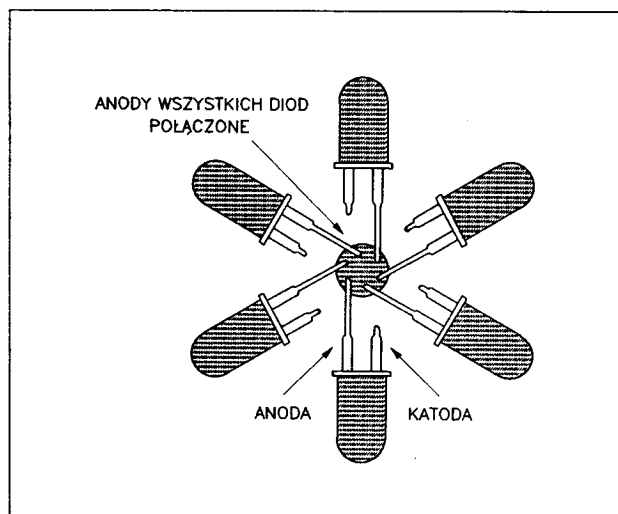
Potencjometr P1 w układzie akustycznym, połączony jest z płytką przewodami i umieszczony jest w dolnej części latarni. Także głośnik łączymy przewodami i umieszczamy go wewnątrz modelu. Jeżeli dźwięk z głośnika byłby tłumiony przez zamkniętą obudowę latarni, możemy wykonać kilka otworów umożliwiających wydostawanie się dźwięku. A jeżeli ktoś z ciekawością zapyta o te otwory w modelu, odpowiedź że zrobiły je szczury lądowe.

Diody świeące umieszczone są w górnej części latarni i połączone są z płytką przewodami (najlepiej tasiemką klejoną). Sposób połączenia diod i ich rozstaw przedstawia rysunek 4. Kolejność połączeń trzeba sprawdzić ze schematem ideowym. Nóżki katod zostały skrócone, natomiast anody pozostały długie tak, aby można było je zlutować razem. W zależności od średnicy wieżyczki latarni, należy dobrać indywidualnie długości nóżek diod.

Całość zasilana jest stabilizowanym napięciem +12 V z zasilacza zewnętrznego. Maksymalny pobór prądu wynosi 120 mA. Obie płytki powinny mieć połączone zasilanie.

Tak zmontowany układ można włączyć i sprawdzić prawidłowość działania.

Układ z efektem świetlnym nie wymaga żadnej regulacji. Po włączeniu zasilania diody powinny po kolei zapalać się, a po chwili od zapalenia ostatniej wszystkie diody zgasną. Cykl ten jest powtarzany aż do wyłączenia zasilania. W układzie z generatorem szumu, dobieramy wartość pojemności kondensatora C4. Dołączenie dodatkowego kondensatora C* o pojemności 220 nF, spowoduje wydłużenie efektu szumu.



Rys. 4 Sposób montażu diod świecących

Potencjometrem P1 ustawiamy częstotliwość generatora. Jest to ustawianie częstotliwości przyprływu fal morskich. O głośności efektu szumu decyduje potencjometr P2. Wartość wzmocnienia możemy ustalić na stałe. Pamiętać przy tym należy, że ustawienie poziomu wzmocnienia, powinno być tak dobrane, aby nie było zbyt głośne w ciszy wieczornego spokoju.

Zaleca się, aby uruchamiający miał w pobliżu filiżankę kawy!

Wykaz elementów – układ szumu fal

US1	– NE 555 (ULY 7855)
US2	– μ A 741 (ULY 7741)
T1	– BC 557B
T2, T3	– BC 547B
T4	– BD 135
T5	– BD 136

D1, D2	– 1N4148
R2, R14	– 1 k Ω /0,125 W
R3	– 2,7 k Ω /0,125 W
R8	– 6,2 k Ω /0,125 W
R9, R12	– 10 k Ω /0,125 W
R13	– 22 k Ω /0,125 W
R6, R10, R11	– 33 k Ω /0,125 W
R1	– 100 k Ω /0,125 W
R4	– 330 k Ω /0,125 W
R5, R7	– 1 M Ω /0,125 W
P1	– 100 k Ω PR 185 lub podobny
P2	– 100 k Ω TVP 1232
C2	– 10 nF/50 V ceramiczny
C5, C6	– 100 nF/100 V MKSE-018-02
C*	– 220 nF/100 V MKSE-018-02, patrz opis w tekście
C4, C7	– 470 nF/100 V MKSE-018-02
C8	– 4,7 μ F/63 V 04/U
C3, C9	– 10 μ F/16 V 04/U
C10	– 22 μ F/16 V 04/U
C1	– 47 μ F/16 V 04/U
C11	– 100 μ F/16 V 04/U
GŁ1	– głośnik dynamiczny YD 50-2B 8 Ω /0,2 W ϕ 50 mm

Wykaz elementów – układ świetlny

US1	– CD 4015
T1	– BC 547B
T2	– BC 557B
D1÷D6	– LED, kolor świecenia żółty
R5÷R10	– 750 Ω /0,125 W
R1, R4	– 3,3 k Ω /0,125 W
R3	– 12 k Ω /0,125 W
R2	– 150 k Ω /0,125 W
C1	– 2,2 μ F/63 V 04/U
c2	– 22 μ F/25 V 04/U

płytką drukowaną numer 289

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,15 zł (21.500 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

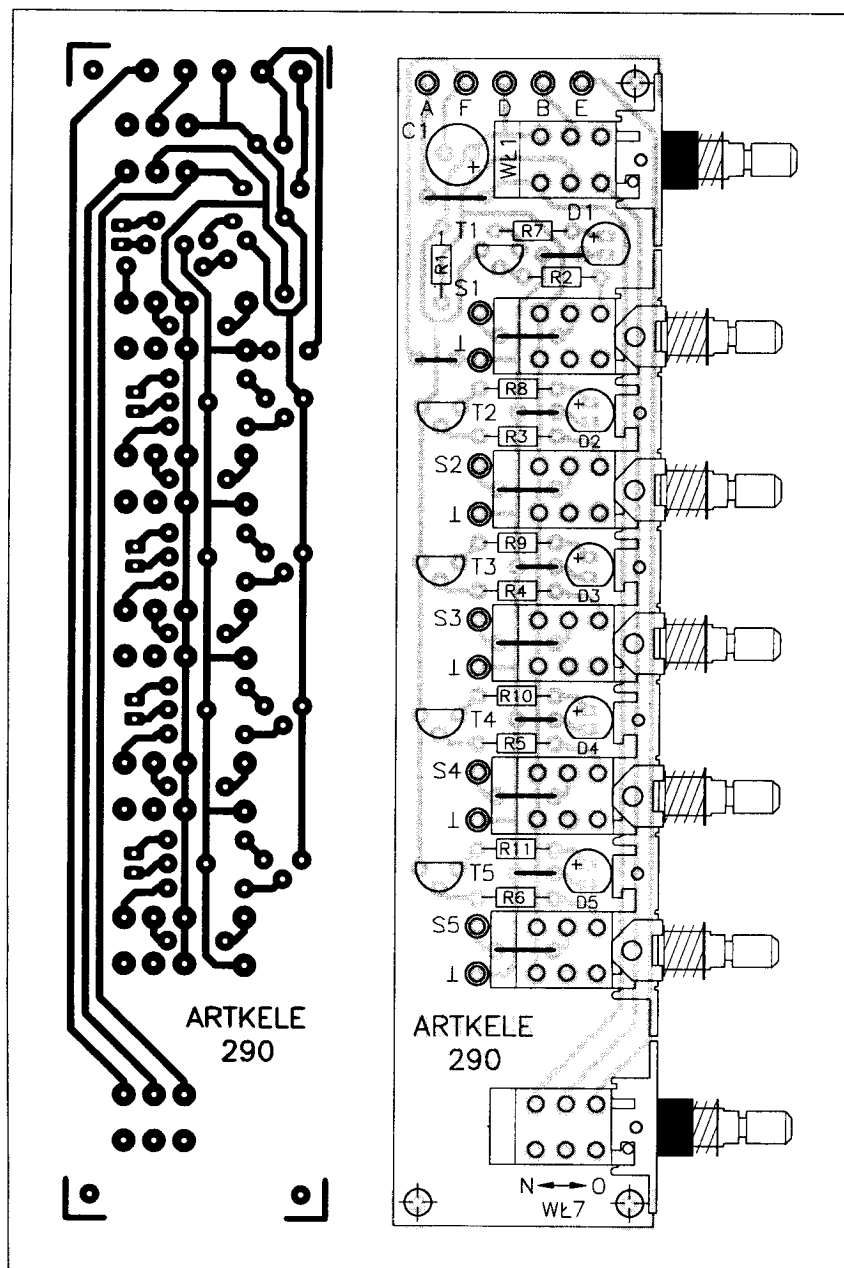
◇ Ireneusz Konieczny

Intervox

Starsi czytelnicy znają to urządzenie doskonale, gdyż było kiedyś popularnym środkiem komunikacji akustycznej wewnątrz biur i przedsiębiorstw. Proponujemy adaptację centralki domofonu opisanej w nr 8 PE umożliwiającą uzyskanie głośno-mówiącego środka łączności w małych firmach, czy nawet w domu.

Opis urządzenia

Zadaniem urządzenia jest zapewnienie łączności dyspozytora eksploatującego centralkę, z abonentami. Dyspozytor może wywołać każdego z abonentów oddzielnie sygnałem akustycznym i optycznym. Abonent może wywołać dysponenta sygnałem optycznym (dioda LED). Jest to w zasadzie urządzenie umożliwiające porozumiewanie się jednego abonenta głównego tzw. dyspozytora z kilkoma abonentami podległymi.



Rys. 3 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów (płytki przełączników)

Równolegle do zacisków wejściowych głośniko – mikrofonu podłączona jest dioda LED przez rezystor ograniczający prąd R1. Dioda ta świeci po wciśnięciu przycisku danego abonenta na centralce. Oprócz wywołania optycznego jest to sygnalizacja możliwości podstuchu przez dyspozytora. Podstuchiwanie w pracy jest naganne, ale w domu może być wskazane szczególnie dla kontroli zachowania małych dzieci.

Montaż i uruchomienie

Przed montażem płytki przełączników niezbędne jest przygotowanie zestawu przełączników Isostat. Przełączniki WŁ1 i WŁ7 to segmenty pojedyncze, niezależne – chwilowe. WŁ2÷WŁ6 to segmenty pojedyncze, niezależne zamontowane na wspólnej listwie w rozstawie 20 mm. Widok płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów pokazano na rys. 3.

Montaż rozpocząć od zamocowania łączówek i mostków. Mostki można wykonać z obciętych wyprowadzeń rezystorów. Tranzystory zamontować na długość wyprowadzeń 5 mm. Po montażu przełączników na wysokość 2 mm,

zamontować diody LED tak, aby były widoczne w pobliżu odpowiednich przełączników WŁ2÷WŁ6. Wyprowadzenia diod uformować przed lutowaniem. Nie należy zginać wyprowadzeń diod krótko po lutowaniu, gdyż może to spowodować ich uszkodzenie.

Głośniko – mikrofony, nazywane też stacjami abonentów należy zamontować przestrzennie w obudowie z tworzywa sztucznego dobranej do wielkości głośnika. Nie należy zapomnieć o wykonaniu otworów przed membraną głośnika. Przełącznik wywołania, a zwłaszcza dioda LED powinna być umieszczona w widocznym miejscu. Przełącznik powinien być niezależnym – chwilowym tzn. po zwolnieniu powinien wracać do pozycji początkowej samoczynnie.

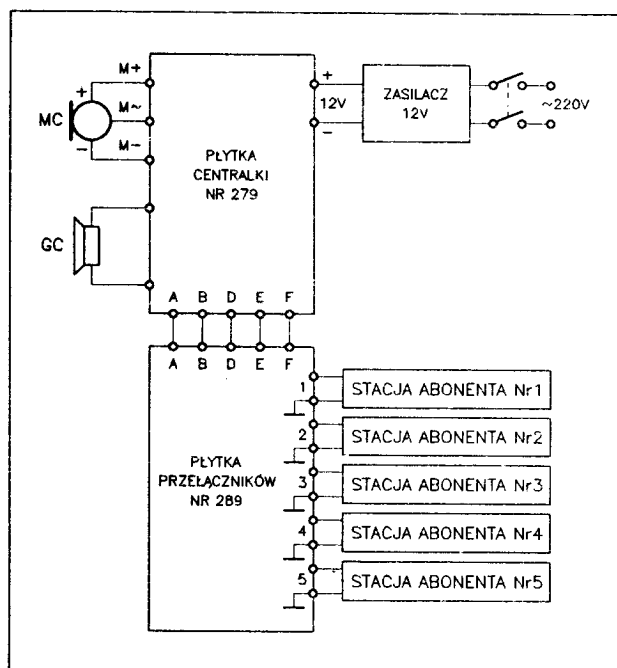
Kilka słów o modyfikacji płytki centralki. Podczas jej montażu nie montować układu scalonego US3 wraz z elementami towarzyszącymi R25, R26, R27, P4, C25, C26, C27, C28, C29. Nie montować tranzystorów T5 i T6 oraz elementów towarzyszących R19, R20, R21, R22, D4, D5, Pk1. Połączyć rezystorem 100 kΩ wolne wyprowadzenie kondensatora C24 z suwakiem rezystora nastawnego P2.

Do zasilania urządzenia niezbędny będzie zasilacz o napięciu 12 V i wydajności prądowej 1 A. Wskazany jest gotowy zasilacz zewnętrzny spełniający odpowiednie normy bezpieczeństwa (znak B).

Części składowe urządzenia połączyć zgodnie ze schematem blokowym na rys. 4.

Po sprawdzeniu poprawności połączeń w pierwszej kolejności należy sprawdzić poprawność napięć zasilających. Napięcie zasilające mikrofon MC powinno wynosić 8÷10 V. Napięcia na wyprowadzeniach 4 układów US1, US2 powinny być zbliżone do 1/2 napięcia zasilającego. Sprawdzić napięcie zasilające płytki przełączników.

Wciskając kolejno przyciski przełączników WŁ2÷WŁ6 sprawdzić zaświecanie diod LED u kolejnych abonentów. Wciskając przyciski wywołania kolejnych stacji abonentów przy zwolnionych przyciskach WŁ2÷WŁ6 sprawdzić zaświecanie diod LED D1÷D5 na płytce przełączników.



Rys. 4 Schemat blokowy

Wcisnąć przycisk WŁ2 i następnie przycisk nadawania WŁ7. Mówiąc z odległości około 1 m do mikrofonu centrali MC sprawdzić występowanie sygnału w głośniku abonenta nr 1. Rezystorem nastawnym P1 na płycie centrali ustalić próg działania układu automatyki, aby zbliżanie się do mikrofonu nie powodowało już wzrostu siły głosu w słuchawce. Rezystorem nastawnym P2 ustalić odpowiednią głośność w głośniku abonenta.

Po zwolnieniu przycisku nadawania wcisnąć przycisk wywołania WŁ1 i sprawdzić występowanie sygnału akustycznego wywołania u abonenta nr 1. Głośność sygnału wywołania ustalić przez dobór wartości rezystora między C24 a suwakiem P2 (początkowo 100 kΩ).

Przemawiając do głośnika abonenta wyregulować rezystorem nastawnym P3 głośność w głośniku centrali. Sprawdzić poprawność działania wszystkich sta-

cji abonentów podając sygnał wywołania i następnie przeprowadzając łączność w jedną i drugą stronę.

Wymogi montażowe z uwagi na eksploatację urządzenia w pomieszczeniach zamkniętych nie są tak ostre jak w przypadku centrali domofonu. Prowadząc przewody połączeniowe zwrócić uwagę na ich oddalenie od przewodów sieciowych co zmniejszy występowanie niepożądanych przydźwięków. Przewody połączeniowe powinny mieć przekrój 0,5 mm².

Wykaz elementów – (płytki przełączników)

T1÷T5	– BC 557B
D1÷D5	– LED (CQP40L)
R1	– 1 kΩ/0,5 W
R7÷R11	– 1,2 kΩ/0,125 W
R2÷R6	– 47 kΩ/0,125 W
C1	– 47 μF/16 V 04/U
WŁ1, WŁ7	– segment Isostat niezależny – chwilowy
WŁ2÷WŁ6	– segment Isostat niezależny
Płytki drukowane nr 289	

Wykaz elementów – (stacja abonenta)

D1	– LED (CQP40L)
R1	– 470 Ω/0,125 W
C1	– 100 μF/16 V 04/U
GM	– GD 10/0,5 W 8 Ω

Pozostałe elementy w/g wykazu elementów płytki elektroniki ze strony 13 PE 8/96, z wyłączeniem elementów podanych w niniejszym opisie.

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,51 zł (25.100 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ R. K.

Elektronika inaczej cz. 9 – kondensatory

Przedstawiamy "koncentrat" wiedzy na temat drgiego pod względem popularności elementu elektronicznego jakim jest kondensator. Opiszemy budowę i właściwości kondensatorów stałych i zmiennych. Zajmiemy się także podstawowymi zasadami związanymi z ich prawidłowym stosowaniem w układach elektronicznych.

Pojemność

Podstawowym parametrem kondensatora jest pojemność. Jest to inaczej zdolność kondensatora do gromadzenia ładunku elektrycznego i określa się ją jako stosunek wielkości zgromadzonego ładunku do napięcia na zaciskach kondensatora. Fizycznie każdy kondensator jest wykonany w formie okładzin z materiału

przewodzącego oddzielonych materiałem izolacyjnym. Wielkość pojemności zależy od powierzchni okładzin, odległości między nimi i rodzaju dielektryka jaki znajduje się między okładzinami. Parametrem dielektryka wpływającym istotnie na wartość pojemności jest tzw. przenikalność dielektryczna ϵ . Ilustrację określenia pojemności pokazuje rys. 1.

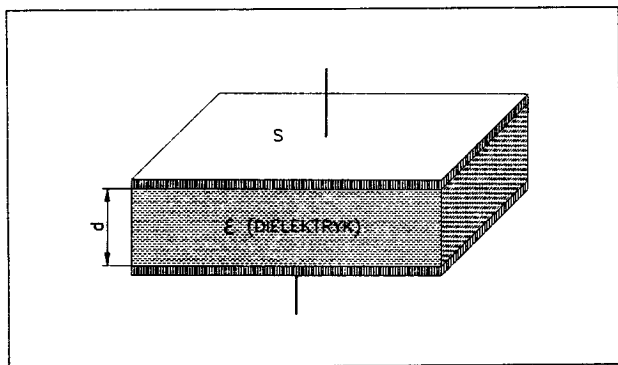
Pojemność kondensatora można obliczyć z następującego wzoru:

$$C = \epsilon S / d$$

gdzie: ϵ – przenikalność dielektryczna [F/m],
 S – powierzchnia okładziny [m²],
 d – odległość między okładzinami [m].

Przenikalność dielektryczną oblicza się jako iloczyn przenikalności dielektrycznej próżni (ϵ_0) i tzw przenikalności względnej (ϵ_r). Przenikalność względna mówi ile razy przenikalność materiału dielektrycznego jest większa od przenikalności próżni (powietrza). Jednocześnie określa ona ile razy pojemność kondensatora jest większa od pojemności identycznego pod względem rozmiarów kondensatora z dielektrykiem powietrznym. Przenikalności względne przykładowych materiałów są następujące:

powietrze	1
polistyren	2,5
poliester	3
poliwęglan	3,5
mika	5
ceramika I	5 – 100
ceramika II	100 – 10 000
tlenek aluminium	7
tlenek tantalu	25.



Rys. 1 Pojemność

Uważny czytelnik na pewno zwrócił uwagę na występowanie dwóch materiałów ceramicznych. Ceramika I to grupa materiałów ceramicznych o mniejszej przenikalności charakteryzujących się jednak dużą stabilnością parametrów i małymi stratami. Ceramika II to materiały ceramiczne o bardzo dużej przenikalności najczęściej tzw. ferroelektryki. Umożliwiają wykonywanie małych kondensatorów o dużych pojemnościach. Wadą ich jest bardzo duża zależność pojemności od temperatury a nawet napięcia polaryzującego. Także straty energii w nich są dużo większe.

Kondensator idealny nie przewodzi prądu stałego, tzn. po przyłożeniu do okładek kondensatora napięcia stałego nie płynie prąd. Praktycznie jednak wskutek niedoskonałości dielektryka występuje zawsze minimalny przepływ prądu nazywanego prądem upływu.

Dla prądu zmiennego kondensator stanowi przeszkodę zmniejszającą się ze wzrostem częstotliwości. Prawo Ohma dla kondensatora będzie miało następującą postać:

$$I = U/X_C$$

Parametr X_C jest odpowiednikiem rezystancji rezystora i nazywany jest reaktancją pojemnościową. Jed-

nostką reaktancji jest $[\Omega]$. Wielkość reaktancji pojemnościowej maleje ze wzrostem częstotliwości:

$$X_C = 1/2\pi fC$$

gdzie: f – częstotliwość prądu zmiennego [Hz],
 C – pojemność kondensatora [F].

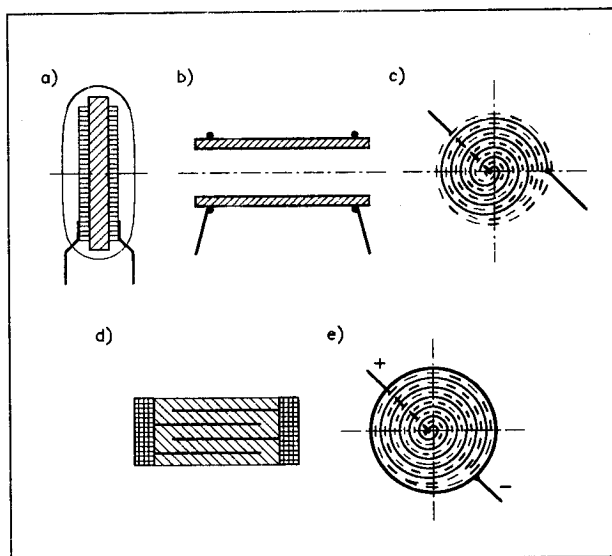
Podane zależności dla uproszczenia nie uwzględniają zależności fazowych między prądem płynącym przez kondensator i napięciem na jego okładzinach. Pamiętać trzeba, że prąd płynący przez kondensator wyprzedza o 90° napięcie na nim.

Budowa i wykonanie kondensatorów stałych

Na sposób wykonania i budowę kondensatora w największym stopniu rzutuje rodzaj zastosowanego dielektryka. Dielektryki o małej elastyczności wymuszają budowę kondensatora w formie płaskiej płytki lub rurki. Dielektryki elastyczne umożliwiają wykonanie kondensatora w formie tzw. zwijki. Pozwala to na uzyskanie dużej pojemności z określonej objętości kondensatora. Rodzaj dielektryka wpływa także istotnie na parametry kondensatora. Ze względu na rodzaj dielektryka kondensatory dzielimy na:

- ceramiczne,
- mikowe,
- polistyrenowe (styroleksowe),
- poliestrowe,
- poliwęglanowe,
- papierowe,
- elektrolityczne aluminiowe,
- elektrolityczne tantalowe.

Okładziny kondensatora są wykonywane z folii metalowej, najczęściej aluminiowej lub nanoszone są w procesie tzw. metalizacji na materiale dielektrycznym. Metalizacja poprawia właściwości kondensatora ponieważ unika się warstwy powietrza między folią a dielektrykiem. Budowę podstawowych rodzajów kondensatorów pokazano na rys. 2.



Rys. 2 Budowa kondensatorów stałych

Rys. 2a prezentuje budowę kondensatora płytkowego typową dla dielektryka ceramicznego. Metaliczne okładziny kondensatora są nanoszone na dwie strony płytki ceramicznej. Do każdej z okładzin jest przylutowane wyprowadzenie. Jednostronne ułożenie wyprowadzeń ułatwia montaż na płycie drukowanej. Całość zabezpieczona jest lakierem przed wpływami otoczenia.

Dielektryk ceramiczny jest także wykorzystywany do budowy kondensatora rurkowego pokazanego na rys. 2b. Podstawę konstrukcji kondensatora stanowi rurka ceramiczna. Rurka jest metalizowana od wewnątrz i zewnątrz. Metalizacja jest następnie nacinana dla utworzenia okładzin wewnętrznej i zewnętrznej. Okładzina wewnętrzna jest wyprowadzona na krawędzi zewnętrznej powierzchni rurki. Wyprowadzenia lutuje się do wewnętrznych powierzchni rurki i następnie całość pokrywa lakierem. Możliwe jest także odwrotne wykonanie takiego kondensatora z wyprowadzeniami lutowanymi wewnątrz. Wyprowadzenia takie będą miały postać tzw. wyprowadzeń osiowych (jak w rezystorach).

Na rys. 2c pokazano budowę kondensatora zwijanego. Uzyskuje się go przez jednoczesne nawinięcie dwóch folii aluminiowych oddzielonych elastycznym dielektrykiem (np. papier, folia polistyrenowa, folia poliesterowa itp.). Wyprowadzenia drutowe takiego kondensatora są zgrzewane do folii metalowej. Następnie uszczelnia się oba końce zwijki przez stopienie folii lub lakierowanie. Dla uzyskania płaskiej budowy kondensatora zwijanego poddaje się go prasowaniu. Do budowy kondensatorów zwijanych aktualnie powszechnie wykorzystuje się folię izolacyjną metalizowaną dwustronnie.

Kondensator o budowie z rys. 2d wykorzystuje dielektryk ceramiczny. W odróżnieniu od prezentowanych dotychczas kondensatorów ceramicznych jest to kondensator o budowie wielowarstwowej. Poszczególne warstwy okładzin oddzielone dielektrykiem zachodzą na siebie podobnie do zębów grzebienia i połączone są na przeciwległych końcach kondensatora. Jest to tzw. kondensator monolityczny. Wyprowadzenia drutowe lutuje się do metalizacji na końcach. Tego rodzaju kondensatory bez wyprowadzeń drutowych stosowane są przy montażu powierzchniowym.

Rys. 2e przedstawia budowę kondensatora elektrolitycznego. Wykonany jest w formie zwijki folii aluminiowej pokrytej obustronnie tlenkiem aluminium, który pełni rolę izolatora. Między kolejnymi warstwami folii aluminiowej znajduje się papier nasycony elektrolitem (cieczą przewodzącą prąd elektryczny). Elektrolit ma kontakt z metalową obudową kondensatora i stanowi jedną okładzinę kondensatora. Drugą okładziną jest folia aluminiowa. Dzięki małej grubości warstwy izolacyjnej i dużej powierzchni okładzin, kondensatory elektrolityczne charakteryzują się największą pojemnością uzyskiwaną z jednostki objętości. Wymagają niestety odpowiedniej polaryzacji napięcia stałego dla utrzymania izolacyjnej warstwy tlenku aluminium. Do wyprowadzenia oznaczonego "+" powinien być doprowadzony wyższy potencjał. Amplituda napięcia zmiennego nie

powinna przekraczać napięcia stałego polaryzującego kondensator.

Lepsze właściwości od kondensatorów elektrolitycznych aluminiowych posiadają kondensatory tantalowe. Mogą być wykonane podobnie jak aluminiowe z folii tantalowej pokrytej warstwą izolacyjną tlenku tantalu. Wykonywane są także w formie porowatego spieku nasyconego elektrolitem lub pokrytego warstwą tlenku manganu pełniącego rolę tzw. elektrolitu stałego. Zasadniczą ich wadą jest wyższa cena.

Oddzielną grupę kondensatorów stanowią kondensatory przeciwzakłóceń. Należą do nich kondensatory przepustowe wykonywane jako ceramiczne oraz kondensatory zwijane umieszczane w metalowych obudowach ekranujących. Metalowe obudowy poprawiają wytrzymałość mechaniczną szczególnie istotną w motoryzacji i energetyce. Często kondensatory przeciwzakłóceń wykonywane są w formie zestawów pojemności i indukcyjności stanowiąc razem tzw. filtr przeciwzakłóceń. Przykładowo taki filtr jest powszechnie stosowany w pralkach automatycznych. Filtry przeciwzakłóceń wykorzystywane są w obwodach zasilania mikrokomputerów, istotnego źródła zakłóceń odbioru radiowego i telewizyjnego.

Parametry kondensatorów

Pojemność znamionowa C_N jest podstawowym parametrem kondensatora podawanym na jego obudowie bezpośrednio w formie cyfry lub kodu pasków kolorowych. Wartości pojemności znamionowych są znormalizowane w/g tych samych szeregów co wartości rezystancji (E6, E12, E24 itd.). Zakresy możliwych wartości pojemności zależą głównie od rodzaju dielektryka i budowy kondensatora.

Parametrem bezpośrednio związanym z szeregiem do którego należy pojemność znamionowa kondensatora jest *tolerancja*. Jest to wyrażony w % stosunek maksymalnej odchyłki rzeczywistej wartości pojemności kondensatora od wartości znamionowej do wartości pojemności znamionowej. Zakres tolerancji kondensatorów zawiera się w przedziale od 0,5 – 20%. Niektóre kondensatory, zwłaszcza przewidywane do blokowania układów zasilania (ceramiczne i elektrolityczne) przekraczają podany zakres tolerancji dochodząc nawet do 50%.

Pojemności kondensatorów zależą od temperatury. Parametrem określającym tę zależność jest *temperaturowy współczynnik pojemności TWP*.

$$TWP = \Delta C / C \Delta T$$

Temperaturowy współczynnik pojemności podawany jest w [%/°] lub w [ppm/°]. O ile % stanowi 1/100 część całości tak ppm stanowi 1/10⁶ część całości (10⁻⁶). Wartość TWP zależy od właściwości dielektryka i może być dodatnia, ujemna lub równa 0 w określonym zakresie temperatur.

Napięciem znamionowym U_N jest nazywane napięcie określone przez producenta, które może być doprowadzone do kondensatora przez długi czas nie powodując

jąc jego uszkodzenia. Przekroczenie tego napięcia może spowodować obniżenie niezawodności kondensatora objawiające się możliwością wystąpienia przebiecia i uszkodzenia kondensatora. Przy pracy kondensatora w podwyższonej temperaturze napięcie pracy powinno być odpowiednio zmniejszone. Napięcie znamionowe jest określone jako napięcie stałe. Przy prądzie zmiennym wartość amplitudy napięcia powinna być od niej mniejsza. Przy składowych stałej i zmiennej suma składowej stałej i amplitudy napięcia nie powinna przekraczać napięcia znamionowego. Na najniższe napięcia znamionowe wykonywane są kondensatory elektrolityczne, a na największe kondensatory ceramiczne.

Niedoskonałość izolacji kondensatora charakteryzuje *rezystancja izolacji* R_{iz} podawana najczęściej w $G\Omega$.

$$1G\Omega = 10^9\Omega$$

Zawiera się w przedziale od kilku do $100 G\Omega$. Najmniejsza jest dla kondensatorów elektrolitycznych, ale producenci zamiast wartości rezystancji izolacji kondensatorów elektrolitycznych podają bezpośrednio tzw. *prąd upływu* zależny od pojemności kondensatora i przyłożonego napięcia (prąd ten jest rzędu kilku, kilkunastu μA).

W idealnym kondensatorze prąd wyprzedza napięcie o 90° . Występujące w kondensatorze rzeczywistym straty energii związane głównie z niekorzystnymi właściwościami dielektryków przy wysokich częstotliwościach powodują zmniejszenie tego kąta. Im większe straty tym większa jest zmiana kąta. Przyjęto straty energii w kondensatorze reprezentować wielkością nazywaną *współczynnikiem strat dielektrycznych* i oznaczaną jako $tg\delta$. Tak to jest tangens kąta δ . Kąt δ jest określony jako różnica 90° i rzeczywistego kąta między prądem i napięciem kondensatora.

Zestawienie podstawowych parametrów kondensatorów związane z rodzajem dielektryka podano w tabeli 1.

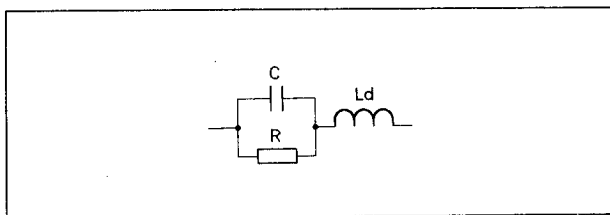
Tabela 1

Rodzaj kondensatora	Pojemność	TWP [ppm/°]	$tg\delta$
Mikowy	5 pF–10 nF	± 200	0,0005
Ceramiczny I	0,5 pF–10 nF	$-750 \div +100$	0,002
Ceramiczny II	100 pF–1 μF	–	0,02
Polistyrenowy	10 pF–0,5 μF	–150	0,0002
Poliestrowy	1 nF–4,7 μF	–800	0,01
Elektrolityczny Al	0,5 μF –100 mF	1500	0,08
Elektrolityczny Ta	5 pF–10 nF	500	0,01

Po uwzględnieniu strat kondensatora i szcztkowej indukcyjności wynikającej chociażby z wyprowadzeń kondensatora można narysować schemat zastępczy kondensatora uwidoczniony na rys. 3.

Oprócz zasadniczej pojemności kondensatora C , na schemacie tym rezystancja R reprezentuje straty energii w kondensatorze, a indukcyjność L_d wypadkową indukcyjność. Jak łatwo zauważyć pojemność kondensatora tworzy z indukcyjnością szeregowy obwód rezonansowy.

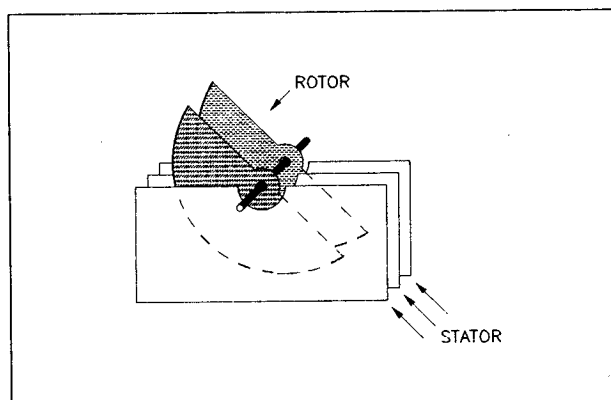
Po przekroczeniu częstotliwości rezonansowej kondensator będzie zachowywał się jak indukcyjność.



Rys. 3 Schemat zastępczy kondensatora

Budowa kondensatorów zmiennych

Do przestrajania obwodów rezonansowych np. w odbiornikach radiowych stosowane są powszechnie kondensatory zmienne. Kondensatory zmienne umożliwiają zmianę swojej pojemności w zakresie określonym budową i rodzajem dielektryka. Zmianę pojemności uzyskuje się najczęściej przez zmianę powierzchni okładzin. W tym celu kondensator zmienny składa się z zespołu połączonych nieruchomych płytek nazywanych statorem i zespołu płytek ruchomych połączonych wspólną osią zwanych rotorem. Obrót osi rotora powoduje zmianę powierzchni okładzin tworzących kondensator i w konsekwencji zmianę pojemności. Rotor jest zazwyczaj połączony przez oś z obudową kondensatora i łączony jest do masy układu. Budowę kondensatora zmiennego pokazano na rys. 4.

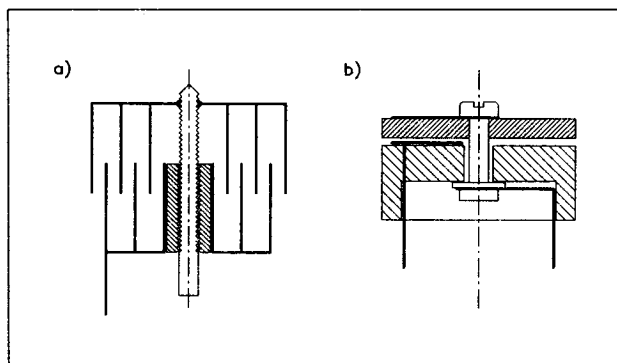


Rys. 4 Budowa kondensatora zmiennego

Praktycznie tego rodzaju kondensatory wykonuje się jako wielosekcyjne przestrajane za pomocą wspólnej osi. Umożliwiają dzięki temu np. współbieżne strojenie obwodu wejściowego i heterodyny. W odbiornikach domowych stosowane były kondensatory z dielektrykiem powietrznym tzw. powietrzne. Miniaturyzację kondensatorów zmiennych uzyskuje się po zastosowaniu dielektryka stałego w postaci folii między okładzinami statora i rotora.

Oddzielną grupę kondensatorów zmiennych stanowią kondensatory dostrojcze służące do korekcji pojemności obwodów strojonych lub ustalania częstotliwości obwodów nie przestrajanych. Kondensatory dostrojcze popularnie nazywane są trymerami. Budowę dwóch ty-

powych rozwiązań kondensatorów dostrojczych pokazano na rys. 5



Rys. 5 Kondensatory dostrojcze

Pierwszy z nich to kondensator powietrzny składający się z dwóch wielociennych kielichów wchodzących jeden w drugi (rys. 5a). Dolny kielich jest nieruchomy. Górny obracany na gwintowanym trzpieniu środkowym przesuwany w zależności od kierunku obrotu do góry lub na dół powodując odpowiednio zmniejszenie lub zwiększenie pojemności. Z obwodem górny kielich jest połączony za pośrednictwem trzpienia środkowego.

Drugi rodzaj kondensatora dostrojczego to znany powszechnie trymer ceramiczny (rys. 5b). Podstawę konstrukcji stanowi dolna kształtka ceramiczna na której powierzchni znajduje się okładzina przewodząca statora. Okładzina rotora jest naniesiona na płytkę ceramiczną górną obracaną wkrętem stanowiącym jednocześnie oś kondensatora. Za pośrednictwem osi okładzina rotora jest dołączona do obwodu elektrycznego.

Kondensatory dostrojcze mają zazwyczaj budowę bardzo uproszczoną, ponieważ są przewidziane do niewielkiej liczby dostrojzeń w trakcie produkcji, czy regulacji urządzenia. Kondensatory zmienne natomiast przewidziane są do wręcz nieustannej pracy. Rotory często są specjalnie łożyskowane, a osie kondensatorów są wyposażane w przekładnie mechaniczne umożliwiające precyzyjne dostrojenie. Spotyka się kondensatory zmienne współpracujące ze specjalnym potencjometrem strojeniowym. Kondensator służy wtedy do strojenia obwodów AM odbiornika, a potencjometr do strojenia obwodów FM wykorzystujących diody pojemnościowe.

Parametry kondensatorów zmiennych

Zamiast pojemności znamionowej dla kondensatora zmiennego podaje się zakres zmian pojemności $C_{\min} - C_{\max}$ lub tzw. przyrost pojemności ΔC określony jako różnica pojemności maksymalnej i minimalnej. Jeśli jest to kondensator wielosekcyjny podaje się zakresy zmian pojemności dla każdej z sekcji. Kondensatory krajowe o dielektryku powietrznym posiadają przyrosty pojemności sekcji AM wynoszące 380/320 pF i sekcji FM $2 \times 14,7$ pF. Także dla kondensatorów dostrojczych podaje się zakres zmian pojemności, który przykładowo wynosi 3 – 10 pF lub 15 – 80 pF.

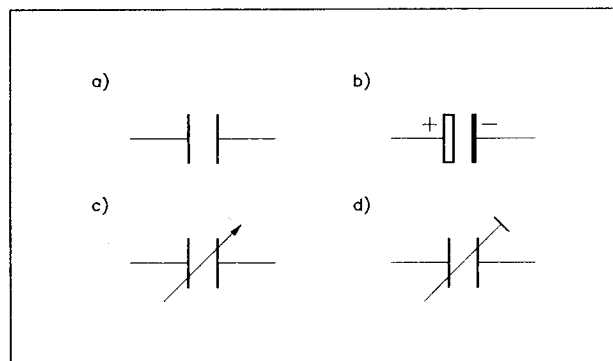
Dodatkowym parametrem kondensatora wielosekcyjnego są parametry określające *współbieg* zmian pojemności poszczególnych sekcji. Współbieg jest określany maksymalnym rozrzutem pojemności sekcji od wartości zakładanych. Istotnym parametrem kondensatora zmiennego jest także charakterystyka zmiany pojemności w funkcji obrotu osi (podobnie jak charakterystyka potencjometru). Zależy ona od kształtu płytek rotora i ma wpływ na liniowość skali częstotliwości strojonego obwodu.

Kolejnym parametrem jest *napięcie znamionowe* określane tak samo jak dla kondensatorów stałych. Napięcie to dla trymerów zawiera się w zależności od wykonania w przedziale 25 – 700 V. Kondensatory zmienne powietrzne produkcji krajowej, do sprzętu powszechnego użytku, wykonywane są na napięcie 140 – 200 V.

Określa się także dla kondensatorów zmiennych rezystancję izolacji, $\text{tg} \delta$ i TWP. Definicje ich są identyczne jak dla kondensatorów stałych. Rezystancja izolacji kondensatorów zmiennych określana jest na poziomie kilku G Ω , $\text{tg} \delta$ kondensatorów zmiennych powietrznych wynosi 0,002, a TWP ± 100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$.

Stosowanie kondensatorów w układzie elektronicznym

Mam nadzieję, że zawansowani elektronicy nie będą mieli za złe przedstawienie oznaczeń schematowych kondensatorów uwidocznionych na rys. 6.



Rys. 6 Oznaczenia schematowe kondensatorów

Rys. 6a to oznaczenie kondensatora stałego nie wymagającego określonej polaryzacji napięcia stałego. Kondensatorem wymagającym polaryzacji napięcia stałego o określonym kierunku jest kondensator elektrolityczny, którego oznaczenie przedstawia rys. 6b. Do okładziny kondensatora oznaczonej znakiem "+" powinien być przyłączony wyższy potencjał napięcia polaryzującego (składowej stałej napięcia). Symbol kondensatora przekreślony strzałką (rys. 6c) to oznaczenie schematowe kondensatora zmiennego. Na rys. 6d uwidoczniono oznaczenie kondensatora dostrojczego (trymera).

W przypadku braku kondensatora o wartości pojemności wymaganej przez konstruktora układu, podanej na schemacie, czy w wykazie elementów możliwe jest uzyskanie wymaganej pojemności przez łączenie kon-

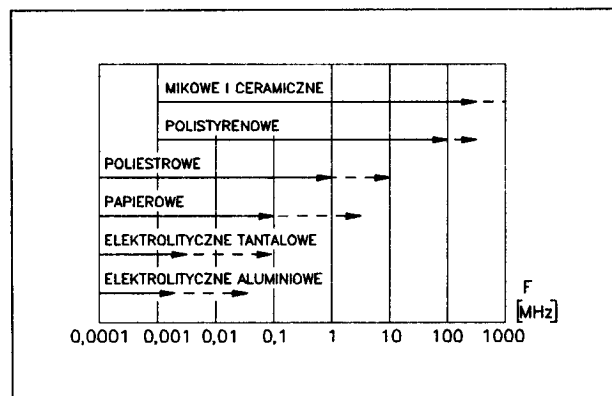
densatorów o innych pojemnościach. Połączenie równoległe dwóch lub więcej pojemności daje pojemność wypadkową równą sumie pojemności składowych. Przy połączeniu szeregowym dwóch takich samych pojemności, pojemność wypadkowa będzie równa $1/2$ pojemności składowej. Zaletą połączenia szeregowego kondensatorów jest wzrost napięcia pracy. Jeśli łączymy kondensatory o jednakowych pojemnościach napięcie pracy może być zbliżone do wartości dwukrotnie większej od napięcia pojedynczego kondensatora. Przy szeregowym łączeniu kondensatorów o różnych pojemnościach zawsze większa część napięcia odkłada się na kondensatorze o mniejszej pojemności i wtedy możliwość zwiększenia napięcia pracy zestawu jest ograniczona. Napięcie pracy zestawu równolegle połączonych kondensatorów nie może przekraczać najniższego napięcia kondensatora składowego.

Zapewnienia specjalnych warunków pracy wymagają kondensatory elektrolityczne. Napięcie pracy kondensatora elektrolitycznego powinno się zawierać w przedziale 0,5–0,8 napięcia znamionowego. Wyższa wartość w przypadku chwilowych przekroczeń napięcia pracy może spowodować przebicie kondensatora. Zbyt niska wartość napięcia prowadzi do zaniku tlenku aluminium stanowiącego izolację i w efekcie wzrost upływności kondensatora. Kondensatory pracujące z dużą składową zmienną prądu nagrzewają się i mogą ulec uszkodzeniu. Należy zawsze sprawdzać w katalogu dopuszczalną wartość prądu zmiennego jaki może płynąć przez kondensator. Dotyczy to zwłaszcza kondensatorów sprzęgających na wyjściu wzmacniaczy mocy jak i kondensatorów filtrujących zasilaczy wysokoprądowych. Kondensatory elektrolityczne nie powinny podlegać nagrzewaniu od elementów o wysokiej temperaturze. Podwyższenie ich temperatury zdecydowanie zmniejsza niezawodność. Także przy pracy w niskich temperaturach (ujemnych) pogarszają się ich właściwości, maleje zdecydowanie pojemność. Kondensatory powszechnego użytku mogą być stosowane w przedziale temperatur od -25 do $+85$ °C. Przy niższych i wyższych temperaturach powinny być stosowane kondensatory o wykonaniach specjalnych (od -40 do $+125$ °C).

Jako stabilne kondensatory nadające się do stosowania w obwodach rezonansowych są uważane kondensatory polistyrenowe (KSF), kondensatory mikowe (KM) i kondensatory ceramiczne I (KCP, KCR). Kondensatory te posiadają także najmniejsze straty umożliwiając osiągnięcie dużej dobroci obwodu. Kondensatory ceramiczne II (KCPf, KFPf) mogą być stosowane tylko do blokowania napięć zasilających lub jako kondensatory sprzęgające. Do podobnych celów nadają się kondensatory papierowe (KPs, MBM) i poliestrowe (KSE, MKSE). Jako kondensatory o małych stratach do obwodów impulsowych np. układów odchyłania poziomego

odbiorników telewizyjnych stosowane są kondensatory poliwęglanowe (MKSW).

Zakresy częstotliwości w jakich mogą być stosowane poszczególne rodzaje kondensatorów pokazane są orientacyjnie na rys. 7.



Rys. 7 Zakresy częstotliwości stosowania kondensatorów

Największe częstotliwości pracy osiągają kondensatory o małych pojemnościach, ponieważ ich rezonans z indukcyjnością resztkową leży wysoko. Przy tych samych pojemnościach wyższą częstotliwość pracy będzie miał kondensator o mniejszej indukcyjności resztkowej. Indukcyjność resztkowa kondensatora L_d zależy od sposobu wykonania kondensatora i długości wyprowadzeń. Najmniejszą indukcyjność mają kondensatory płytkowe i monolityczne. Największą indukcyjność posiadają kondensatory zwijane. W celu zmniejszenia wpływu indukcyjności doprowadzeń kondensatory w.cz. wyposaża się w dwa wyprowadzenia dla każdej okładziny lub wykonuje jako kondensatory przepustowe. Małą indukcyjność posiadają kondensatory bez wyprowadzeń stosowane do montażu powierzchniowego i tzw. kondensatory dyskowe bez wyprowadzeń montowane w wycięciach płytki drukowanej.

Najmniejszy zakres częstotliwości pracy posiadają kondensatory elektrolityczne. Nie należy ich stosować przy częstotliwościach większych od 100 kHz. Wynika to głównie z bardzo dużej indukcyjności resztkowej jak i pojemności obniżającej znacznie rezonans. W obwodach szerokopasmowych wymagane jest równoległe łączenie kondensatorów o dużych pojemnościach (dla m.cz.) i małych (dla w.cz.).

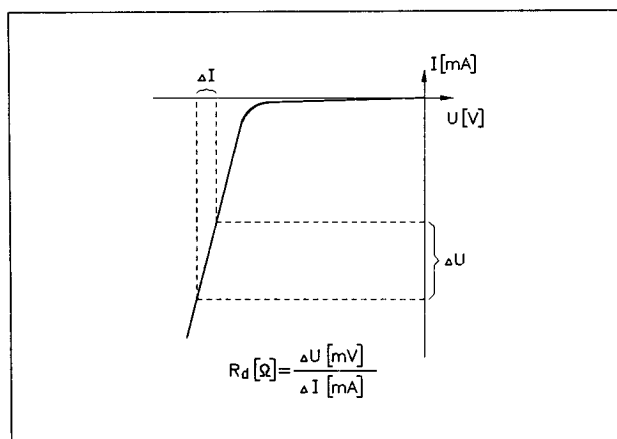
Kondensatory zwijane np. KSF, KSE mają zazwyczaj zaznaczoną okładzinę zewnętrzną (kreska na powierzchni obudowy, zabarwienie tworzywa). Okładzina ta po podłączeniu do masy ekranuje kondensator. Połączenie takie jest możliwe dla kondensatorów w obwodach rezonansowych, czy kondensatorów blokujących zasilanie, natomiast odpada w przypadku kondensatorów sprzęgających.

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Regulowane źródło prądowe

Uniwersalne mierniki cyfrowe posiadają funkcję pomiaru napięcia na złączu półprzewodnikowym spolaryzowanym w kierunku przewodzenia. Możliwość przeprowadzenia takiego pomiaru jest bardzo przydatna, ale posiada dość duże ograniczenia. Pierwszym z nich jest stały prąd płynący przez złącze, którego wartość jest zbyt mała dla niektórych pomiarów, a drugim ograniczeniem jest zakres mierzonych napięć. Znacznie wygodniejszym urządzeniem jest przedstawione w artykule regulowane źródło prądowe.

Chcąc sprawdzić tranzystor, diodę, diodę LED, lub diodę Zenera można posłużyć się omomierzem. Pomiar taki poza stwierdzeniem czy złącze jest sprawne nie niesie ze sobą żadnych konkretnych informacji. Znacznie lepszy jest pomiar spadku napięcia na złączu spolaryzowanym w kierunku przewodzenia. Przykładem zastosowania przyrządu może być pomiar napięcia i rezystancji dynamicznej diod Zenera (rys. 1). Pomiar napięcia diod małej mocy przeprowadza się dla prądu 5 mA. Przy diodach większych mocy przy prądach 25 mA, lub 50 mA. Rezystancję dynamiczną diody Zenera można zmierzyć obliczając stosunek zmiany napięcia na diodzie do zmiany prądu. Przy zastosowaniu regulowanego źródła prądowego wystarczy pomiar spadku napięcia na diodzie dla dwóch różnych prądów np. 5 i 10 mA.

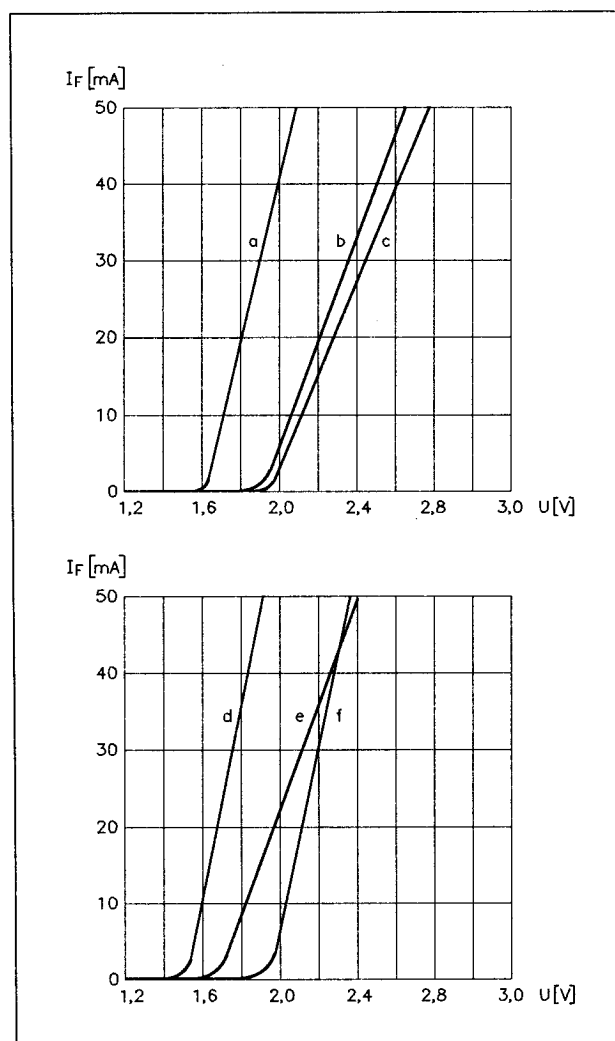


Rys. 1 Charakterystyka prądowo-napięciowa diody Zenera

Innym bardzo przydatnym zastosowaniem układu jest pomiar spadku napięcia na diodach LED i wyświetlaczach siedmiosegmentowych (rys. 2). Duża różnorodność stosowanych do produkcji diod LED półprzewodników sprawia, że bez danych katalogowych ciężko jest określić spadek napięcia, biorąc pod uwagę tylko kolor świecenia diody. Nie ma to większego znaczenia jeżeli dioda zasilana jest stosunkowo dużym napięciem. W takim przypadku spadek napięcia nie wpływa w sposób widoczny na prąd płynący przez diodę, a w konsekwencji tego na jasność świecenia. Problem pojawia się w układach sterowania multipleksowanego, lub przy

niskich napięciach zasilających np. 5 V. Można to wykazać na przykładzie.

W układzie zasilanym napięciem +12 V umieszczamy diodę LED świecącą w kolorze czerwonym. Zakładamy, że prąd diody ma wynosić 20 mA. Można przyjąć, że spadek napięcia na diodzie czerwonej wynosi 1,7 V. Zatem wartość rezystora szeregowego powinna wynosić $R = (12 \text{ V} - 1,7 \text{ V}) / 20 \text{ mA} = 515 \Omega$. Jeżeli spadek napięcia na naszej diodzie w rzeczywistości będzie większy 2,2 V, to prąd faktycznie płynący w takim układzie będzie miał wartość $I = (12 \text{ V} - 2,2 \text{ V}) / 515 \Omega = 19 \text{ mA}$. Zatem różni się on tylko o 5% od wartości obliczonej, co jest niezauważalne.



Rys. 2 Charakterystyki prądowo-napięciowe diod świecących: a) czerwona GaAlAs, b) zielona GaP, c) żółta GaAsP/GaP, d) czerwona GaAsP, e) pomarańczowa GaAsP/GaP, f) czerwona GaP

Jeżeli teraz tą samą diodę będziemy zapalać sygnałem logicznym z wyjścia standardowej bramki TTL sytuacja ulegnie diametralnej zmianie. Dioda zapalana

jest stanem niskim na wyjściu bramki. Napięcie w stanie niskim na wyjściu bramki przy prądzie 20 mA wynosi 0,4 V. Stąd można obliczyć wartość rezystora szeregowego $R = (5 \text{ V} - 0,4 \text{ V} - 1,7 \text{ V}) / 20 \text{ mA} = 145 \Omega$. Biorąc pod uwagę diodę z poprzedniego przykładu rzeczywisty prąd będzie wynosił $I = (5 \text{ V} - 0,4 \text{ V} - 2,2 \text{ V}) / 145 \Omega = 16 \text{ mA}$. Różnica pomiędzy prądem zakładanym do obliczeń, a rzeczywistym wynosi 20% i jest zauważalna w jasności świecenia diody.

Jeszcze większe różnice będą występowały w układach sterowanych multipleksowo, gdzie przy niskim napięciu zasilania i dużych wartościach prądu w impulsie wartości rezystorów szeregowych są bardzo małe. Rozpatrzmy układ czterech wyświetlaczy siedmiosegmentowych sterowanych multipleksowo sterowanych za pośrednictwem tranzystorów npn i pnp, na których łączny spadek napięcia wynosi 0,8 V. Układ zasilany jest napięciem +5V. Zakładamy, że prąd płynący przez diodę w impulsie wynosi $4 \cdot 20 \text{ mA} = 80 \text{ mA}$. Można przyjąć spadek napięcia na diodzie czerwonej przy takim prądzie 2,1 V. Zatem wartość rezystora szeregowego będzie wynosiła $R = (5 \text{ V} - 0,8 \text{ V} - 2,1 \text{ V}) / 80 \text{ mA} = 26 \Omega$. Jeżeli rzeczywisty spadek napięcia będzie wynosił 2,8 V, to prąd będzie miał wartość $I = (5 \text{ V} - 0,8 \text{ V} - 2,9 \text{ V}) / 26 \Omega = 50 \text{ mA}$. Tak więc różnica w tym przypadku jest jeszcze większa – 37%.

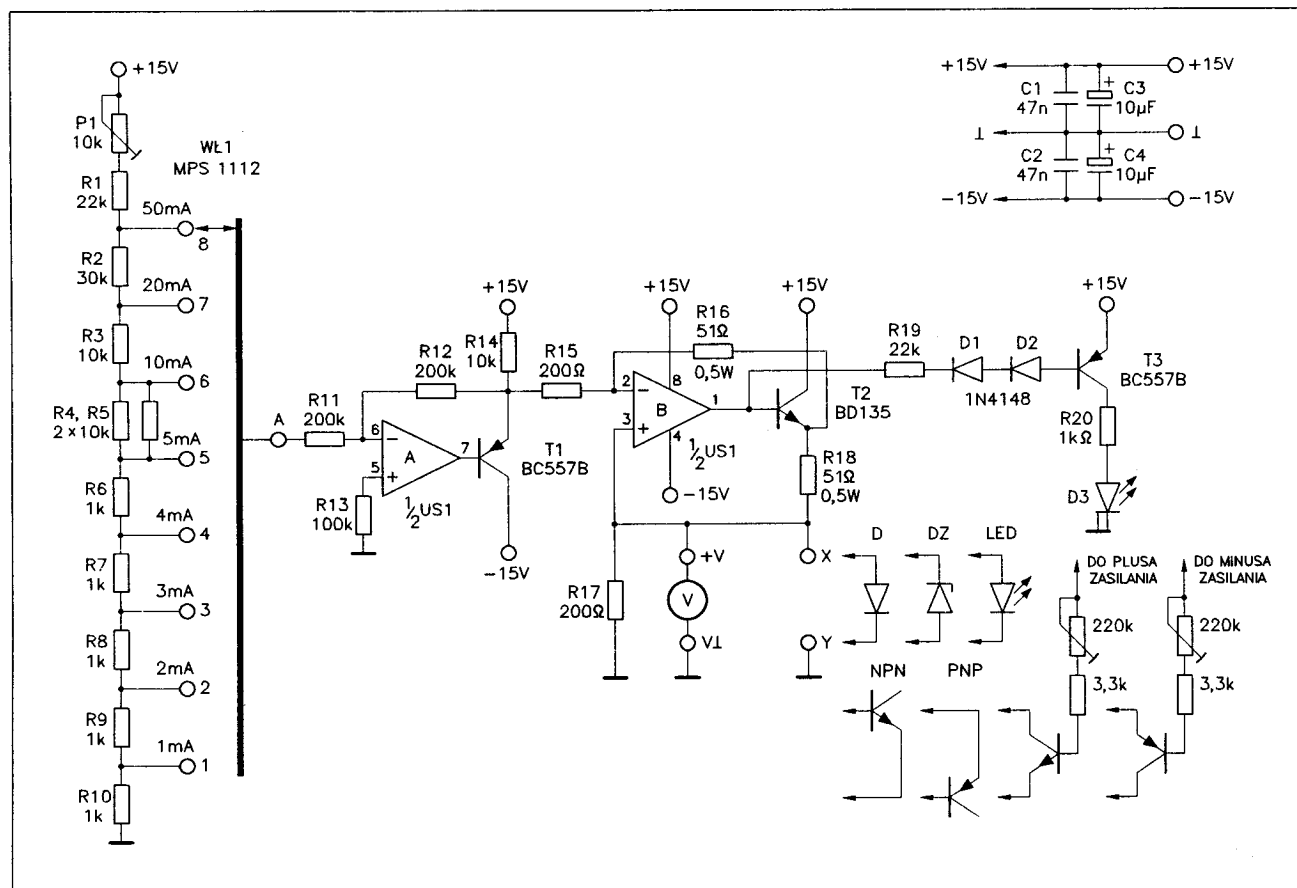
Spadki napięcia na diodach zmierzono w praktyce. Wybrano dwie diody świecące na czerwono wykonane

z różnych rodzajów półprzewodników. Dioda o mniejszym spadku napięcia wykonana została z arsenku galu – GaAsP, a druga z fosorku galu – GaP.

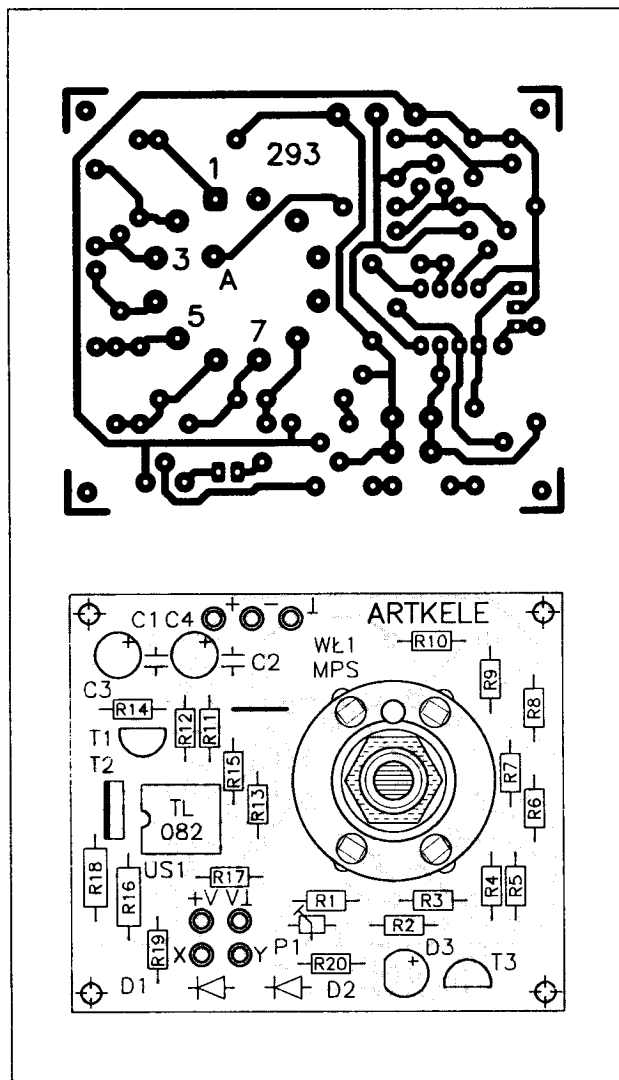
Jeszcze jednym ciekawym zastosowaniem regulowanego źródła prądowego może być pomiar napięcia nasycenia tranzystorów, przy zadanej wartości prądu kolektora. W tym celu bazę tranzystora łączy się za pośrednictwem układu rezystor i potencjometr z plusem zasilania, a kolektor i emiter podłącza się do źródła prądowego mierząc spadek napięcia na złączu kolektor-emiter. Regulując potencjometrem można znaleźć minimum napięcia nasycenia dla konkretnej wartości prądu kolektora. Pozwala to dobrać optymalną rezystancję w bazie tranzystora.

Opis układu

Regulowane źródło prądowe jest w zasadzie precyzyjnym przetwornikiem napięcia na prąd. Przyjęto nachylenie przetwarzania $100 \text{ mV} / 1 \text{ mA}$. Napięcia sterujące pochodzą z dzielnika napięciowego P1, R1÷R10. Wartość napięcia, a w konsekwencji prądu wybierana ośmiopozycyjnym przełącznikiem obrotowym. Następnie napięcie stałe doprowadzone jest do wzmacniacza operacyjnego US1A pracującego w układzie odwracającym ze wzmocnieniem $1 \text{ V} / \text{V}$. Z uwagi na dużą wartość prądu konieczną doysterowania następnego stopnia na wyjściu wzmacniacza umieszczono wtórnik emiterowy T1 objęty pętlą sprzężenia zwrotnego.



Rys. 3 Schemat ideowy regulowanego źródła prądowego



Rys. 4 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Kolejny stopień to klasyczne źródło prądowe sterowane napięciowo zbudowane na wzmacniaczu operacyjnym US1B. Także w tym stopniu konieczne było umieszczenie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego wtórnik emiterowego umożliwiającego pobieranie większego prądu z wyjścia. Prąd płynący przez obciążenie ma wartość $I_L = -U_{we}/R_{17}$ przy zachowaniu $R_{18}/R_{17} = R_{16}/R_{15}$. Rezystancja wyjściowa takiego źródła prądowego wynosi ok. 10 mΩ pod warunkiem zastosowania rezystorów o tolerancji wykonania 1%. Mając na uwadze trudności z nabyciem rezystorów precyzyjnych w układzie zastosowano identyczne wartości rezystorów R15 i R17, oraz R16 i R18, zakładając, że elementy z tej samej serii produkcyjnej nie będą się różniły o więcej niż 2%, co jest zgodne z praktyką.

W zależności od rezystancji obciążenia i ustawionego prądu wyjściowego wzmacniacz operacyjny może zostać wprowadzony w nasycenie. Układ przestanie

wtedy działać jako źródło prądowe. Z tego też względu wprowadzono dodatkowy tranzystor T3 który zostaje zatkany gdy napięcie wyjściowe wzmacniacza US1B osiągnie wartość ok. 13 V. Zgaśnię wtedy dioda LED D3 informująca o poprawnej pracy źródła prądowego.

Przyjęta konfiguracja źródła prądowego umożliwia podłączenie ujemnego zacisku pomiarowego z masą układu. Badany element podłącza się do wyjść X (zacisk dodatni z którego wypływa prąd) i Y (zacisk ujemny – masy). Natomiast wyjścia +V i "masa" V przeznaczone są do podłączenia woltomierza.

Jeżeli zaproponowane wartości prądów wybierane przełącznikiem WŁ1 są niewystarczające można zmienić wartości rezystorów R1÷R10, oraz wartość potencjometru P1. Należy tylko pamiętać, każde 100 mV napięcia powoduje przepływ prądu przez obciążenie o wartości 1 mA.

Po włączeniu napięcia zasilania w miejsce obciążenia włącza się miliamperomierz. Przełącznik obrotowy ustawia się w pozycję 50 mA. Regulując potencjometrem P1 ustawia się wskazania miliamperomierza na 50 mA. Można też sprawdzić wartości prądów dla pozostałych zakresów. Jeżeli będą się różniły od wartości znamionowych wynika to z niedokładności zastosowanych rezystorów.

Wykaz elementów

US1	– TL 082
T1, T3	– BC 557B
T2	– BD 135
D1, D2	– 1N4148
D3	– LED kolor zielony
R16, R18	– 51 Ω/0,5 W
R15, R17	– 200 Ω/0,25 W
R6÷R10	– 1 kΩ/0,125 W
R20	– 1 kΩ/0,25 W
R3÷R5, R14	– 10 kΩ/0,125 W
R1, R19	– 22 kΩ/0,125 W
R2	– 30 kΩ/0,125 W
R13	– 100 kΩ/0,125 W
R11, R12	– 200 kΩ/0,125 W
C1, C2	– 47 nF/50 V ceramiczny
C3, C4	– 10 μF/25 V 04/U
WŁ1	– MPS 1112 (przełącznik obrotowy)
płytką drukowaną numer 293	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 1,75 zł (17.500 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Maciej Bartkowiak

Kontroler stanu akumulatora z symulatorem alarmu

Jesień mamy w tym roku wcześniej niż zwykle. Ta pora roku ma tą wadę, że źle wpływa na stan akumulatorów samochodowych. Za sprawą niskich temperatur w nocy napięcie na zaciskach akumulatora znacznie spada. Drugą wadą jesieni jest wzmożona ilość kradzieży samochodów. Urządzenie opisane w poniższym artykule pomaga rozwiązać obydwa problemy.

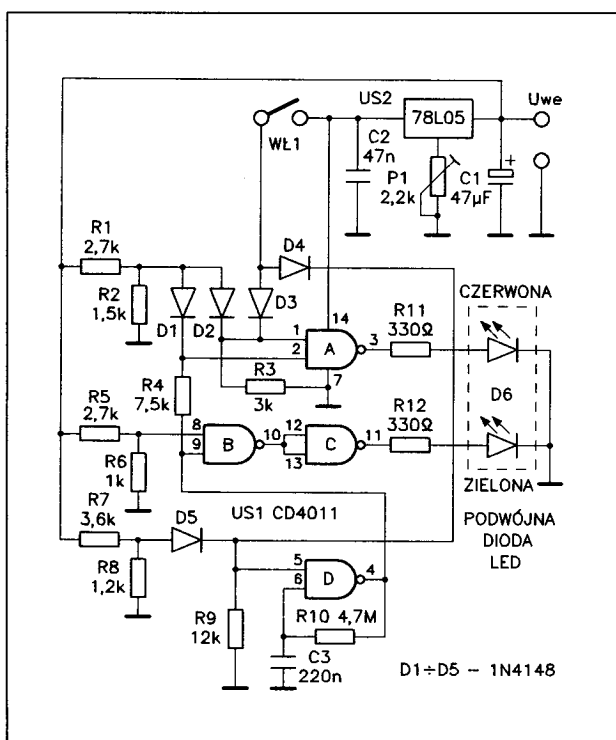
Opis układu

W kontrolerze stanu akumulatora zastosowano układ bramek CMOS 4011 US1, który spełnia funkcję komparatorów i generatora. Elementem sygnalizacyjnym jest dioda dwukolorowa D6. Układ umożliwia dwa rodzaje pracy:

- dokładny pomiar napięcia akumulatora, cztery różne poziomy pomiaru;
- symulacja układu alarmowego i pomiar napięcia, dwa różne poziomy pomiaru.

Wyboru rodzaju pracy dokonuje się przełącznikiem WŁ1.

Jeżeli włącznik WŁ1 jest zwarty włączona jest funkcja symulacji układu alarmowego i pomiaru napięcia. Przez zwarty włącznik WŁ1 za pośrednictwem diod D3 i D4 zostaje doprowadzona jedynka logiczna do wejść bramek A i D. Jedynka logiczna na wejściu bramki D włącza zbudowany na tej bramce generator, na który składają się elementy R11, C3. Wypełnienie przebiegu na wyjściu generatora wynosi ok. 1/2. Przebieg z wyjścia generatora doprowadzony jest do wejścia bramki A i za pośrednictwem rezystora R5 do wejścia bramki B.



Rys. 1 Schemat ideowy kontrolera napięcia akumulatora

Układ US1 zasilany jest napięciem +5 V dostarczanym przez stabilizator US2. W związku z tym napięcie przy którym bramki zmieniają swój stan na wyjściu wynosi 2,5 V. Jeżeli napięcie wejściowe z akumulatora zasilające kontroler będzie wyższe od 11,2 V to na wejściu bramki B (nóżka 8) pojawi się napięcie wyższe od 2,5 V, czyli 1 logiczna. Spowoduje to miganie zielonego segmentu diody D6. Próg zadziałania ustalony jest dzielnikiem R5, R6. Przy napięciu niższym od 11,2 zielony segment diody D6 zgaśnie, zapali się natomiast czerwony segment diody D6. Dzieje się tak za sprawą bramki A której próg zadziałania określony jest napięciem doprowadzanym z dzielnika R1, R2, R4.

Jeżeli wystąpi sytuacja gdy w pobliżu 11,2 V zgasną oba segmenty diody D6 należy nieco zmniejszyć wartość rezystora R4.

Kolor w którym dioda D6 miga określa napięcie akumulatora. Natomiast sam fakt migania symuluje pracę włączonego alarmu samochodowego.

Wcześniej wspomniano, że próg przełączania się bramek CMOS wynosi 2,5 V (połowę napięcia zasilania). W rzeczywistości nie jest to prawdą może on zawierać się w granicach od 30% do 70% napięcia zasilania, a w praktyce od 40% do 60%, czyli przy zasilaniu napięciem +5 V od 2 V do 3 V. Cechą charakterystyczną układów CMOS jest to, że w jednym układzie scalonym różnice pomiędzy progami przełączania bramek są niewielkie i nie przekraczają z reguły 2%. Powstaje zatem konieczność takiego dobrania dzielników aby bramki zmieniały swój stan przy napięciu wejściowym 11,2 V i określonych dzielnikach napięcia. Takie rozwiązanie jest znacznie prostsze w realizacji. Przyjmując napięcie wyjściowe z dzielników równe 3 V, konieczna jest możliwość regulacji napięcia zasilania w przedziale 5,0÷7,5 V. Regulację tą można przeprowadzić potencjometrem P1.

Drugi rodzaj pracy odbywa się przy rozwartym włączniku WŁ2. Przy napięciu wejściowym niższym od 11,2 V świeci segment czerwony diody D6. Powyżej tego napięcia zapalony zostaje dodatkowo segment zielony, na skutek czego dioda będzie świeciła w kolorze żółtym. Próg zapalenia się diody zielonej określa dzielnik R5, R6. Dla napięć wyższych od 12,8 V zostaje wyłączona bramka A, gasząc segment czerwony diody D6. Ten próg określony jest dzielnikiem R1, R2, R3. Jeżeli znajdzie konieczność regulacji można dobrać wartość rezystora R3.

Dla napięć wyższych od 15,3 V zostaje włączony multiwibrator zbudowany na bramce D, co spowoduje miganie diody zielonej. Próg włączania multiwibratora określa dzielnik R7, R8, R9. Wszystkie rodzaje pracy i odpowiadające im napięcia zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Włącznik WŁ1 włączony	
Wskazania diod	Napięcie
świeci czerwona	$U_{we} < 11,2 \text{ V}$
świeci żółta	$11,2 \text{ V} < U_{we} < 12,8 \text{ V}$
świeci zielona	$12,8 \text{ V} < U_{we} < 15,3 \text{ V}$
miga zielona	$U_{we} > 15,3 \text{ V}$
Włącznik WŁ1 wyłączony	
Wskazania diod	Napięcie
miga czerwona	$U_{we} < 11,2 \text{ V}$
miga zielona	$U_{we} > 11,2 \text{ V}$

Montaż i uruchomienie

Po zamontowaniu elementów można podłączyć napięcie zasilania doprowadzane z zasilacza regulowanego. Przełącznik WŁ1 ustawia się w pozycji zwartej. Przy napięciu równym 11,2 V potencjometr P1 ustawia się tak aby przestała migać dioda zielona. Jeżeli równocześnie z ustaniem migania diody zielonej dioda czerwona nie zacznie migać należy nieco zmniejszyć wartość rezystora R4.

Następnie można rozewrzeć włącznik WŁ1 i sprawdzić pozostałe poziomy zapalania się diod. Jeżeli będą one mocno odbiegały od podanych (taka sytuacja może powstać w przypadku stosowania rezystorów o tolerancji 10%) konieczne będzie dobranie rezystorów R3 dla progu 12,8 V i R9 dla progu 15,3 V.

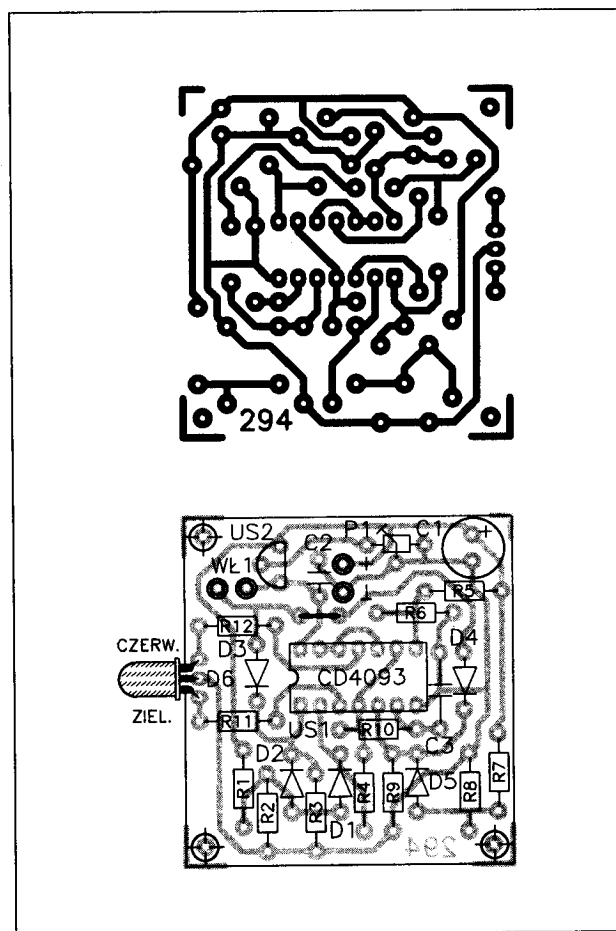
Wykaz elementów

US1	– CD 4011
US2	– LM 78L05
D1÷D5	– 1N4148
D6	– LED dwukolorowa
R11, R12	– 330 Ω /0,25 W
R6	– 1 k Ω /0,125 W
R8	– 1,2 k Ω /0,125 W
R2	– 1,5 k Ω /0,125 W
R5, R1	– 2,7 k Ω /0,125 W
R3	– 3 k Ω /0,125 W
R7	– 3,6 k Ω /0,125 W
R4	– 7,5 k Ω /0,125 W
R9	– 12 k Ω /0,125 W
R10	– 4,7 M Ω /0,125 W

P2	– 2,2 k Ω TVP 1232
C2	– 47 nF/50 V ceramiczny
C3	– 220 nF/100 V MKSE-018-02
C1	– 47 μ F/16 V 04/U
WŁ1	– przełącznik miniaturowy
płytką drukowaną numer 294	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 1,00 zł (10.000 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak



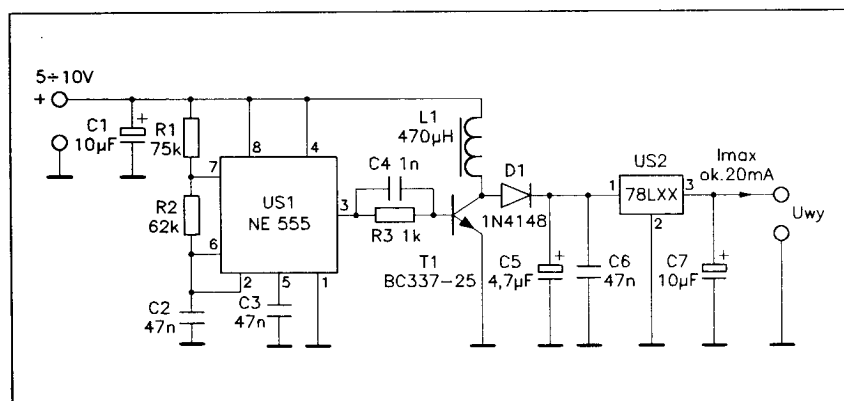
Rys. 2 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Miniaturowa przetwornica podwyższająca napięcie

Budując różne układy często zachodzi potrzeba zasilania ich dwoma napięciami. Wynika z tego potrzeba rozbudowywania zasilacza i stosowania transformatora z kilkoma napięciami. Nikogo nie trzeba przekonywać o problemach związanych z takim zasilaniem. Dlatego też opracowaliśmy prostą miniaturową przetwornicę podwyższającą napięcie.

Opis układu

Najprostszym rozwiązaniem problemu podwyższania napięcia jest dwutaktowa, obcowzbudna przetwornica zaporowa. Zasadniczymi elementami takiej przetwornicy są: tranzystor T1 pracujący jako włącznik i cewka (lub transformator) L1.



Rys. 1 Schemat ideowy przetwornicy

W fazie przepływu, kiedy tranzystor jest otwarty, prąd płynący przez cewkę L1, dostarcza energię, która jest gromadzona w rdzeniu cewki w postaci pola magnetycznego. W drugim cyklu tranzystor zostaje zatkany, a energia jest przekazywana przez diodę D1 do kondensatora C5. Dzieje się tak zgodnie z prawem Lenza, gdyż $U = -L \frac{dI}{dt}$. Inaczej mówiąc przerwanie przepływu

prądu przez cewkę powoduje powstanie przepięcia, ponieważ pole magnetyczne "usiłuje" podtrzymać dalszy przepływ prądu. Napięcie wyjściowe takiej przetwornicy jest wynikiem szybkości zmian strumienia magnetycznego, powstającego podczas zaniku pola magnetycznego cewki L1 (dI/dt). W związku z tym przetwornica zaporowa nieobciążona może mieć bardzo wysokie napięcie wyjściowe. W tym konkretnym wypadku napięcie nieobciążonej przetwornicy wynosi ponad 100 V i jest ograniczone napięciem

przebiecia tranzystora. Dlatego też ten typ przetwornicy nie może pracować bez obciążenia.

Z zasady pracy przetwornicy pochodzi jej nazwa. Dwutaktowa oznacza, że cykl pracy obejmuje dwa takty: pierwszy w którym prąd płynie przez cewkę i drugi w którym energia jest przekazywana do obciążenia. Zaporowa określa z kolei fazę w której następuje przekazywanie energii do obciążenia, czyli okres zatkania tranzystora T1.

Klasyczne przetwornice zaporowe budowane są jako samowzbudne. Zamiast cewki stosuje się transformator który posiada uzwojenie wprowadzające w obwód bazy tranzystora sprzężenie zwrotne. Taka konstrukcja jest bardziej skomplikowana gdyż wymaga wykonania transformatora. Dlatego też w naszym rozwiązaniu zastosowaliśmy zewnętrzny generator US1, stąd nazwa obcowzbudna.

Częstotliwość pracy generatora wynosi 150 kHz, a współczynnik wypełnienia przebiegu wyjściowego ok. 80%, tzn. że faza zaporowa jest bardzo krótka. Stosunkowo wysoka częstotliwość pracy została podyktowana małą indukcyjnością cewki. Prosty układ przetwornicy jest mało wrażliwy na indukcyjność cewki L1. Można tu zastosować miniaturowy dławik w kształcie rezystora, lub perełki o indukcyjności 330÷560 µH. Stosunkowo duża rezystancja takich dławików, wynosząca kilkadziesiąt omów stanowi ograniczenie prądu którą przetwornica może dostarczyć do obciążenia. Maksymalny prąd dostarczany przez przetwornicę wynosi ok. 20÷25 mA.

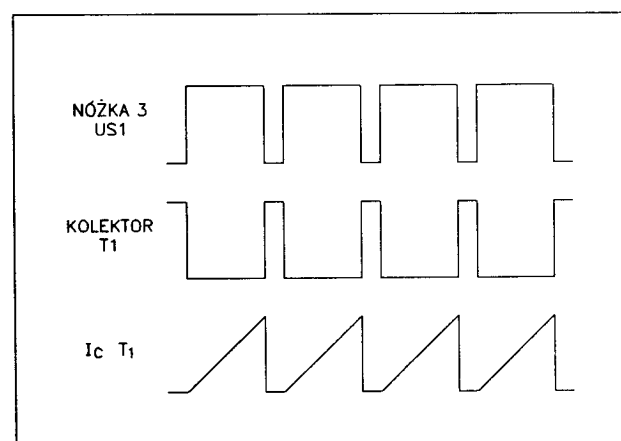
Jeżeli zamiast miniaturowego dławika zastosujemy cewkę o indukcyjności 0,5÷1 mH, nawiniętą na miniaturowym rdzeniu kubkowym $\phi 9$ mm, to maksymalny prąd dostarczany do obciążenia wzrośnie do 50÷80 mA. Liczbę zwojów cewki oblicza się ze wzoru:

$$n [zw] = \frac{L [nH]}{A_L [nH/zw]}$$

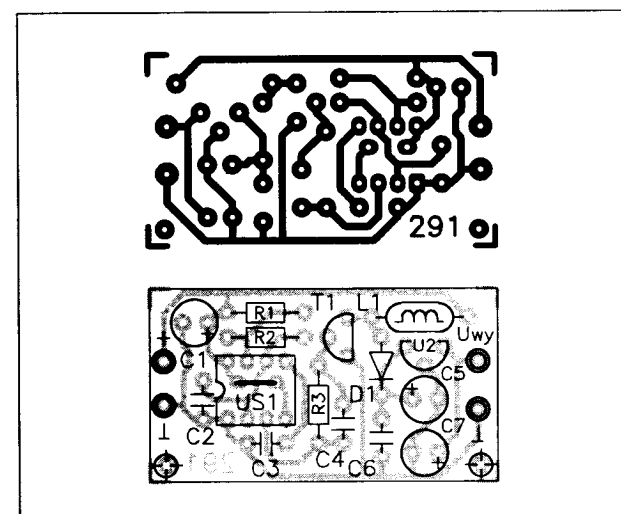
gdzie: n – liczba zwojów,

L – indukcyjność cewki,

A_L – stała rdzenia (wydrukowana na rdzeniu)



Rys. 2 Przebiegi w punktach układu



Rys. 3 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Przetwornica może być zasilana napięciem z zakresu 5÷10 V. Napięcie wyjściowe zależy od zastosowanego stabilizatora spełniającego równocześnie funkcję wstępnego obciążenia przetwornicy. Napięcie wyjściowe (za stabilizatorem) nie powinno być wyższe niż dwukrotna wartość napięcia wejściowego. Przetwornica może być zasilana napięciem niestabilizowanym. Dla przykładu jeżeli chcemy zastosować przetwornicę do zasilania wzmacniacza operacyjnego w układzie cyfrowym TTL przetwornicę zasilamy napięciem pobieranym przed stabilizatorem 5 V. Prawidłowo zmontowany układ nie wymaga uruchamiania.

Wykaz elementów

US1	– NE 555
US2	– 78LXX (patrz opis w tekście)
T1	– BC 337-25
D1	– 1N4148

R3	– 1 k Ω /0,125 W
R2	– 62 k Ω /0,125 W
R1	– 75 k Ω /0,125 W
C4	– 1 nF/50 V ceramiczny
C2, C3, C6	– 47 nF/50 V ceramiczny
C5	– 4,7 μ F/50 V 04/U
C1, C7	– 10 μ F/25 V 04/U
L1	– 470 μ H dławik miniaturowy (patrz opis w tekście)

plytka drukowana **numer 291**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 1,00 zł (10.000 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Ryszard Janiszewski

Przełączniki obrotowe MPS

Podzespoły elektromechaniczne sprawiają elektronikom najwięcej kłopotu. W wielu urządzeniach publikowanych w Praktycznym Elektroniku stosowaliśmy przełączniki ISOSTAT. Ich wielką zaletą jest możliwość budowania praktycznie dowolnych zestawów. Wadą natomiast jest problem z zakupem. Postanowiliśmy stosować, oczywiście tam gdzie będzie to możliwe, przełączniki obrotowe, które będą dostępne w sprzedaży wysyłkowej.

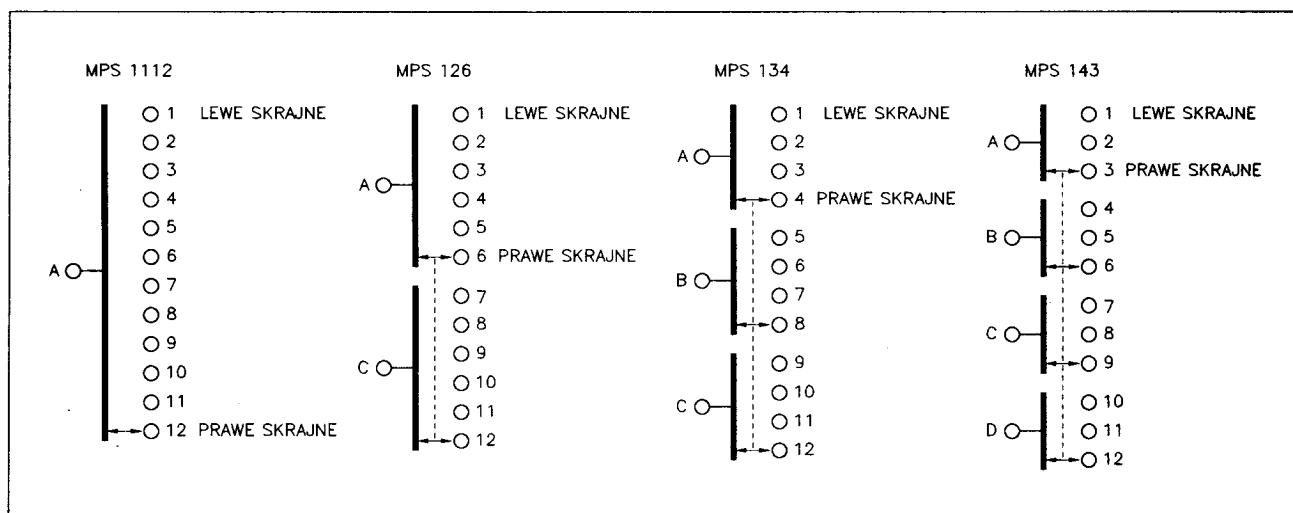
Przełączniki obrotowe typu MPS przeznaczone są do montowania bezpośrednio na płytkach drukowanych. Obudowa ma kształt zbliżony do potencjometru, co ułatwia montaż i wykonanie płyty czołowej. Wadą przełączników jest gładka plastikowa oś, wymagająca stosowania specjalnych zaciskowych gałek.

Przełączniki produkowane są w czterech wariantach:

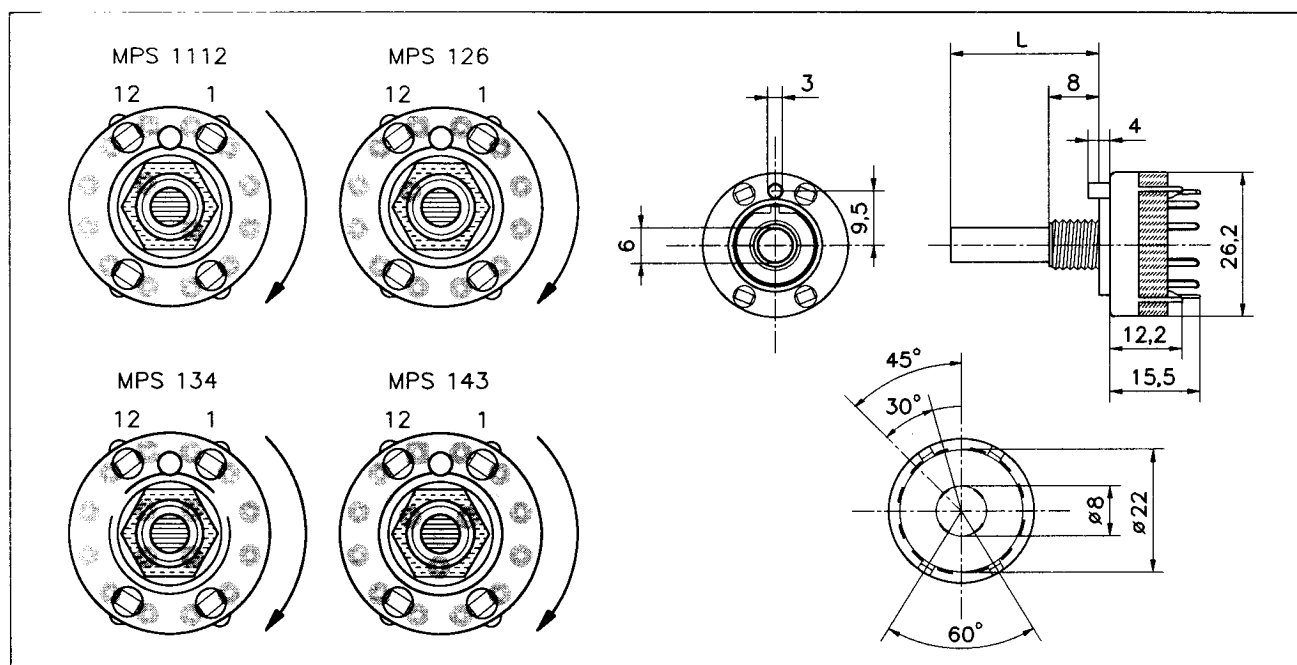
MPS 1112 – jednosekcyjny 12 pozycyjny,
MPS 126 – dwusekcyjny, 6 pozycyjny,
MPS 134 – trzysekcyjny, 4 pozycyjny,
MPS 143 – czterosekcyjny, 3 pozycyjny.

Numery wyprowadzeń na rysunku 1 są zgodne z numerami umieszczonymi na obudowie przełącznika po stronie wyprowadzeń. Na rysunku 2 zamieszczono wygląd obudowy i rozkład pól lutowniczych pod przełączniki różnych typów.

Dużą zaletą tych przełączników jest możliwość zmniejszania liczby pozycji. Na przykład przełącznik jednosekcyjny może zostać zmieniony w przełącznik siedmio-pozycyjny. Służy do tego podkładka z wygiętym "pazurkiem" znajdująca się na osi przełącznika pod nakrętką mocującą i podkładką ząbkowaną. W obudowie pod podkładkami znajduje się dziesięć otworów ponumerowanych od 2 do 11.



Rys. 1 Schematy elektryczne przełączników MPS



Rys. 2 Wygląd obudowy przełączników MPS i rozkład pól lutowniczych

Jeżeli w przełączniku jednosekcyjnym umieścimy "pazurek" podkładki w otworze o numerze 7, to możliwe będzie przełączenie tylko siedem pozycji, a dalej pojawi się opór. Przed ustawieniem podkładki gałka przełącznika powinna być skręcona w lewo do oporu.

Jeżeli natomiast w przełączniku trzysekcyjnym będziemy chcieli ustawić pięć pozycji (czyli więcej niż posiada ta wersja), to w piątej pozycji układ połączeń

elektrycznych będzie identyczny jak w pozycji pierwszej.

Przełączniki MPS przeznaczone są do pracy przy napięciach zasilania nie przekraczających 60 V zarówno stałych jak i zmiennych. Prąd komutowany nie powinien przekraczać 200 mA.

◇ Redakcja

Imię		Nazwisko	
ul./os.		Ulica (miejscowość, wieś)	
Kod pocztowy		Numer domu / posesji	
Pocztą (miejscowość)		Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi	

Płytki		Czasopisma		Kserokopie	
Numer	Ilość	Numer/rocznik	Ilość	Numer płytki	
	szt.		szt.		W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich). W przypadku artykułów w których nie występuje płytka drukowana należy podać tytuł artykułu i numer PE w rubryce UWAGI.
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		
	szt.		szt.		

Uwagi:

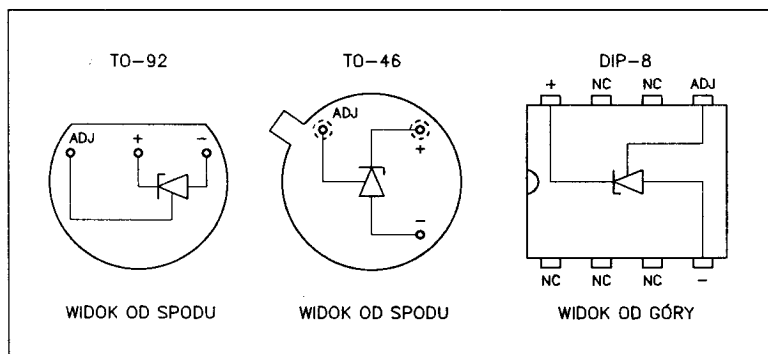
.....

.....



Wytłnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

Dokończenie tekstu ze str. 2



Rys. 1 Rozkład wyprowadzeń diod LM 336

Źródła napięcia referencyjnego mogą znaleźć zastosowanie w układach woltomierzy cyfrowych, zasilaczach, lub układach ze wzmacniaczami operacyjnymi. Mogą także pracować jako stabilizatory parametryczne. Na rysunku 1 przedstawiono rozkład wyprowadzeń dla różnych typów stosowanych obudów. Natomiast w tabelach 1 i 2 zestawiono podstawowe parametry elektryczne diod LM 336-2.5 i LM 336-5.0, oraz wszystkich produkowanych mutacji.

Parametry maksymalne

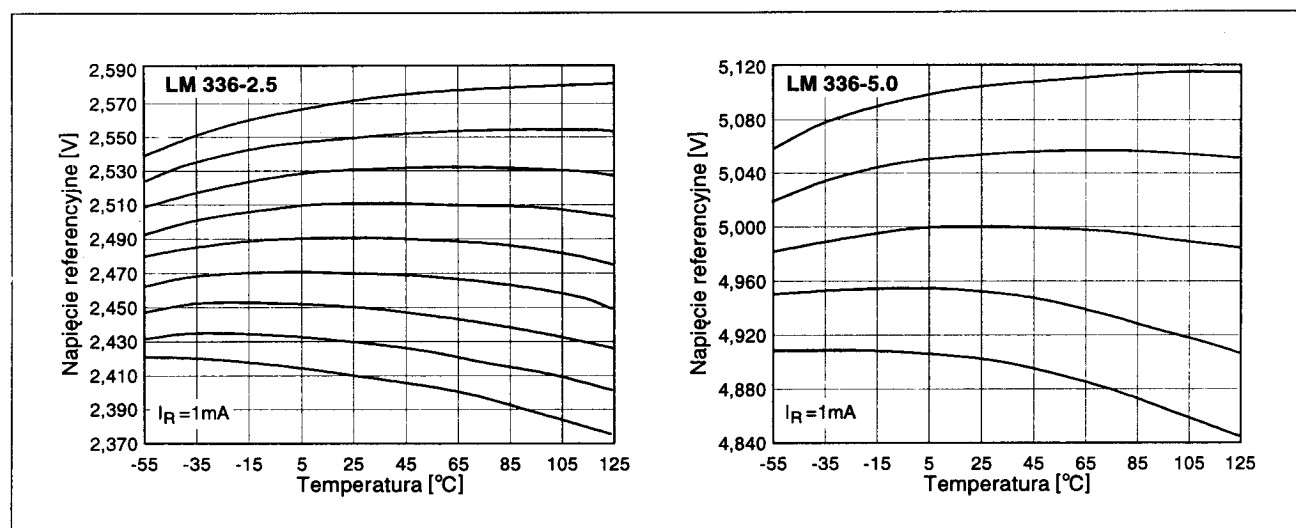
Max. prąd w kierunku zaporowym	15 mA
Max. prąd w kierunku przewodzenia	10 mA
Zakres temp. pracy:	
LM 136-2.5, LM 136-5.0	-55°C do +150°C
LM 236-2.5, LM 236-5.0	-25°C do +85°C
LM 336-2.5, LM 336-5.0	0°C do +70°C

Charakterystyki zmiany napięcia stabilizowanego w funkcji temperatury dla różnych wartości ustalonego napięcia wyjściowego zamieszczono na rysunku 2. Z charakterystyk można wyciągnąć wnioski, że największą stabilność temperaturową uzyska się dla napięć 2,490 w przypadku diody LM 336-2.5 i 5,000 dla diody LM 336-5.0.

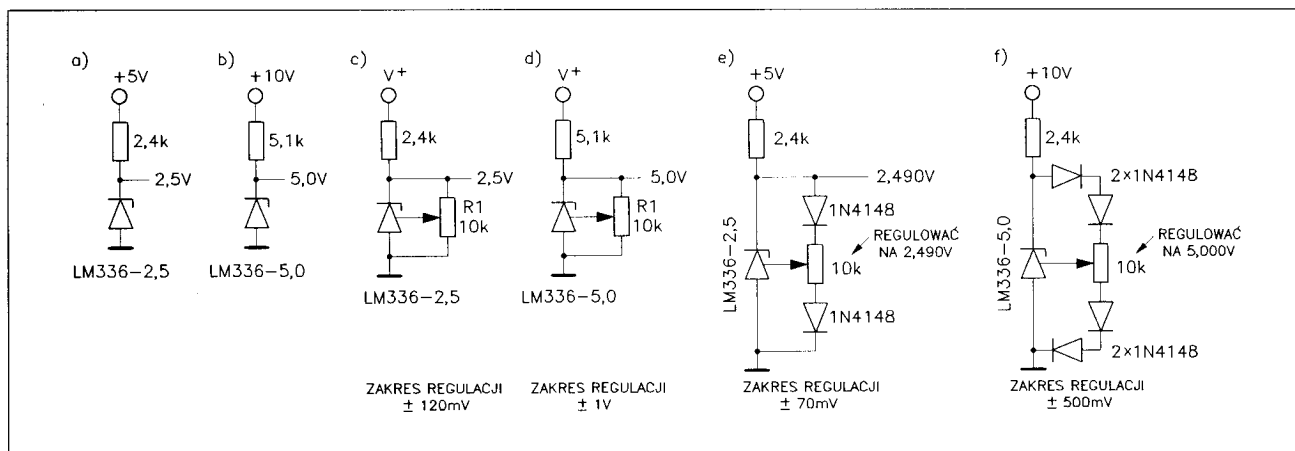
Na rysunku 3 przedstawiono najbardziej typowe zastosowania diod referencyjnych. Rys. 3a i 3b to typowe źródła napięcia referencyjnego zbudowane analogicznie jak ma to miejsce w przypadku zastosowania klasycznej diody Zenera. Wartości rezystorów szeregowych nie

są krytyczne i mogą zawierać się w szerokich granicach, tak aby prąd płynący przez diodę był większy od 600 μ A i nie przekraczał 10 mA. Napięcie wyjściowe może być różne od typowej wartości katalogowej dla różnych egzemplarzy diod. Jeżeli od diody wymaga się dokładnego napięcia, jak ma to często miejsce w woltomierzach cyfrowych, można zastosować układ regulacji z rys. 3c i 3d. Trzecia końcówka ADJ połączona jest z potencjometrem służącym do dokładnej kalibracji napięcia wyjściowego. Zakresy regulacji wynoszą: dla diody LM 336-2.5 120 mV, a dla diody LM 336-5.0 1,0 V. Zaletą takiego sposobu kalibracji jest zachowanie małej rezystancji dynamicznej diod. Dla zachowania długoterminowej stabilności napięcia wyjściowego wskazane jest stosowanie potencjometru wieloobrotowego. Podobnie jak w poprzednim układzie wartość rezystora szeregowego nie jest krytyczna.

Układy przedstawione na rys. 3e i 3f pozwalają uzyskać najmniejszy temperaturowy współczynnik napięcia wyjściowego. Dla zapewnienia tego potencjometrem ustawia się napięcie 2,490 V dla diody LM 336-2.5 i napięcie 5,000 V dla diody LM 336-5.0. Dodatkowe diody włączone szeregowo z potencjometrem mogą być zastąpione dowolnymi typami diod krzemowych, które powinny być umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie diody LM 336 na płytce drukowanej. Rezystancja potencjometru może zawierać się w przedziale 2,2÷22 k Ω . zalecane jest stosowanie potencjometru wieloobrotowego.



Rys. 2 Charakterystyki zmian napięcia wyjściowego w funkcji temperatury dla diod: a) LM 336-2.5, b) LM 336-5.0



Rys. 3 Typowe zastosowania diod LM 336

W celu zmniejszenia szumów i poprawienia impedancji wyjściowej w funkcji częstotliwości równolegle do diody LM można podłączyć kondensator o wartości $2,2 \div 10 \mu\text{F}$. Najlepsze efekty otrzymuje się stosując kondensator tantalowy, a nieco gorsze w przypadku kondensatora elektrolitycznego połączonych równolegle z kondensatorem ceramicznym $47 \div 100 \text{ nF}$.

Jeżeli dioda nie jest zasilana napięciem stabilizowanym zmniejszenie napięcia tętnień można uzyskać stosując w miejscu rezystora szeregowego monolityczne źródło prądowe LM 334 (rys. 4a). Drugą zaletą takiego rozwiązania jest bardzo szeroki zakres napięć zasilania, co może być przydatne przy budowie precyzyjnych ograniczników napięcia. W układzie tym bowiem napięcie wyjściowe praktycznie nie zależy od napięcia wejściowego.

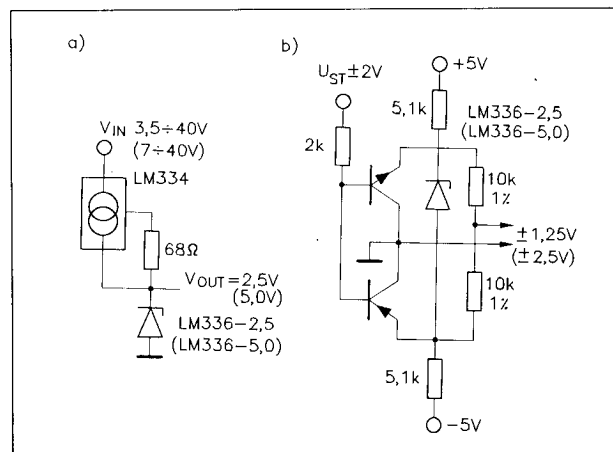
Ciekawym przykładem zastosowania diod LM 336 jest sterowane napięciowo bipolarne źródło napięcia odniesienia (rys. 4b). Przy doprowadzeniu do wejścia sterującego napięcia $+2 \text{ V}$, na wyjściu otrzymuje się napięcie $-1,25 \text{ V}$ ($-2,5 \text{ V}$). Natomiast jeżeli napięcie sterujące ma wartość -2 V , to na wyjściu otrzymuje się napięcie $+1,25 \text{ V}$ ($+2,5 \text{ V}$). Tranzystory występujące w układzie pracują w układzie inwersyjnym zapewniając tym samym niskie napięcia nasycenia. Na rysunku 4b w nawiasach podano wartości napięć dla diody 336-5.0.

Kolejnym przykładem zastosowania diod LM 336 mogą być buforowane źródła napięcia odniesienia (rys. 5a i 5b). Zaletą obu układów jest bardzo mała im-

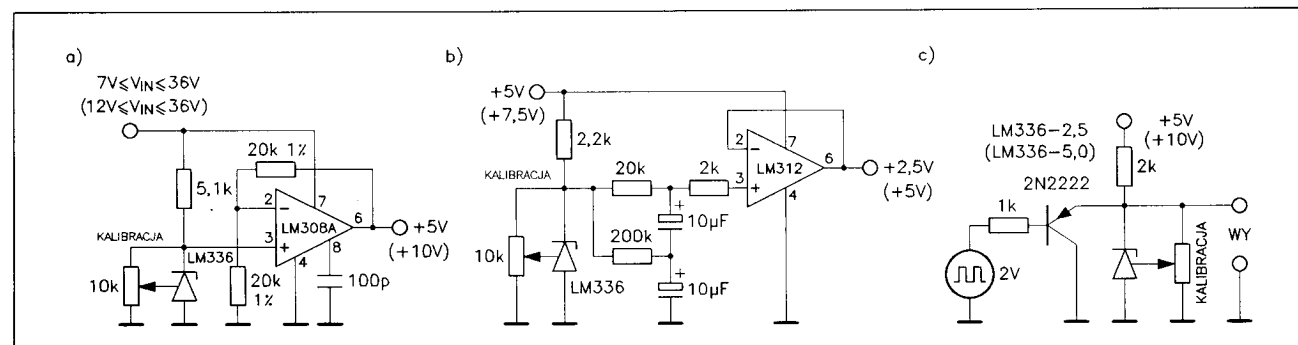
pedancja wyjściowa (setne części oma) uzyskana dzięki zastosowaniu wzmacniaczy operacyjnych. Oba źródła posiadają możliwość kalibracji napięcia wyjściowego. Źródło z rys. 5b charakteryzuje się ponadto bardzo niskimi szumami własnymi, co zostało osiągnięte dzięki specjalnemu filtrowi RC. W filtrze powinny być zastosowane kondensatory tantalowe. Wartości napięć podane w nawiasach dotyczą diod LM 336-5.0.

Diody typu LM 336 mogą także znaleźć zastosowanie w układach generatorów z kalibrowanym napięciem wyjściowym (rys. 5c).

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński



Rys. 4 a) źródło bipolarne przełączane napięciem, b) zasilanie diody za pośrednictwem źródła prądowego



Rys. 5 a) buforowane źródło napięcia odniesienia, b) buforowane źródło napięcia odniesienia o niskich szumach,

Rys. 5 c) generator z kalibrowanym napięciem wyjściowym

POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 942 (KF + CB + UKF)

Emisje: CW, SSB, FM, AM, RTTY, SSTV, FAX,
Packet-Radio. Zakresy: 20 kHz ÷ 31,7 MHz,
50 ÷ 60 MHz, 140 ÷ 150 MHz w jednym urządzeniu.
Moc 4 W, czułość 0,2 µV. Cena 1670 zł.

TRANSCEIVERY DIGITAL 96

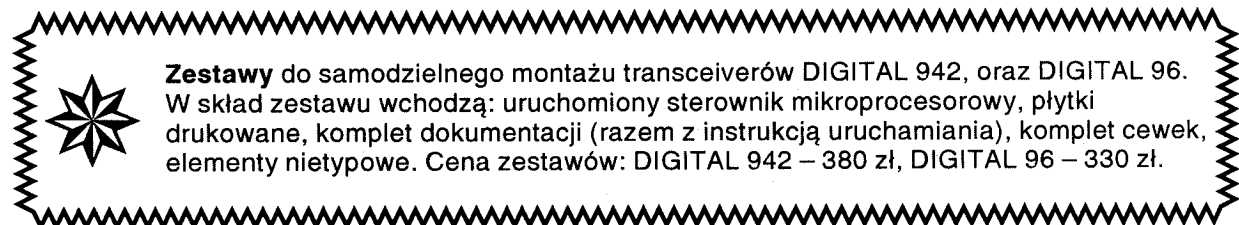
Emisje: CW, SSB, RTTY, SSTV, FAX, Packet-Radio.
Pełne pokrycie 50 kHz ÷ 31 MHz. Mikroprocesorowe sterowanie,
syntezer częstotliwości, cyfrowa skala, przestrajanie cyfrową gałką,
pamięci, wbudowany klucz elektronowy, moc 4 W, czułość 0,2 µV,
duża odporność na skrośną modulację, BK, XIT, RIT, itd. Cena 820 zł.

WYKRYWACZE WSZELKICH RADIOWYCH PODSŁUCHÓW

Mieszczą się w dłoni, lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu, zakres pracy od fal krótkich,
aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz). Absolutna prostota obsługi – jeden przycisk.
Przydatne w biznesie i nie tylko ... Cena 130 zł.

LINIOWE WZMACNIACZE 1,5 ÷ 30 MHz 50 WAT MOCY WYJŚCIOWEJ

Wszystkie rodzaje emisji,
moc sterująca 4 W.
Odporne na zwarcia
i brak obciążenia.
Układ przeciwsobny
na zachodnich
 tranzystorach
V – MOS
MS 1307
Cena
160
zł



Informacje (gratis): V-Electronics, ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel/fax 26-67-55
Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym. Dla sklepów upusty.

ELEKTRONICY PŁYTKI, KITY, URUCHOMIONE URZĄDZENIA

Oscyloskop 20 MHz, generator AM/FM
z PLL + wobulator, dip-meter 200 MHz, miernik
cyfrowy I, U, R, C, zasilacz impulsowy 12 V/20 A,
radiotelefon CB, transceiver KF SSB/CW sterowanie
proporcjonalne KF, wzmacniacz UKF100W, telewizja
amatorska 430 MHz, wykrywacz metali VLF z PLL
echosonda 50 m, wzmacniacz m.cz. Hex Fet 100 W,
oraz ponad 300 innych urządzeń.

OBNIŻKA CEN, ZAWSZE AKTUALNE
NOWY KATALOG - KOPERTA + ZNACZEK 2 zł
PEP WROCŁAW 17 Skr. Pocz. 1625

MEGA-ART Artukuly Elektroniczne

Oferujemy w ciągłej sprzedaży:
– zestawy do samodzielnego montażu
– obwody drukowane
– transformatory sieciowe
– chemia i narzędzia
– katalogi półprzewodników
– obudowy do urządzeń

Zainteresowanym klientom wysyłamy
bezpłatne katalogi (dołączyć zn. 80 gr)
MEGA-ART 67-100 Nowa Sól
ul. Wojska Polskiego 10/4 tel. (0-688)73-811

DUELAP s.c. 41-800 Zabrze Tuwima 22/12

Odbiornik podczerwieni (do 13 kanałów) uczący - 39zł,
się kodów pilota (EEPROM), dowolne piloty.
Tester pilotów - wyświetla parametry sygnału (kod) - 39zł,
MultiBox - programowany w Basicu z dowolnego - 69zł,
komputera przez RS232 lub Centronics
Układy zegarów ze sterowaniem - kilka typów - 34zł,
Tester i programator układów z szyną I²C - 39zł,
Komputer samochodowy - 165zł,
Układ kontroli dostępu - klucz z EEPROM - 34zł,
Programowane sterowniki świateł - 8 kanałowe - 34zł,
Sterowniki mikroprocesorowe na zamówienie ('51, PIC)

AZ Elektronik oferuje w sprzedaży wysyłkowej: Uniwersalny Mikroprocesorowy Miernik Częstotliwości

Zestaw składa się z dwóch uruchomionych płytek:
• płytki wyświetlacza 6 LED o wymiarach
80mm X 25mm
• płytki z procesorem o wymiarach 57mm X 60mm

Montaż polega na samodzielnym wykonaniu preska-
lera z obwodem wejściowym oraz połączeń między
płytkami.

- Pomiar częstotliwości w zakresach 0,1 - 30 MHz,
30 - 1500 MHz
- Poprawka uwzględniana w pomiarze częstotliwości
(dodawana lub odejmowana - cztery różne
poprawki: 9.000, 10.700, 21.400 MHz)
- Poprawki dotyczące rodzaju emisji AM, FM,
USB, LSB (dla urządzeń radionadawczych)
- Wybór dokładności pomiaru od 1kHz do 1Hz
- Cena miernika 115zł brutto
- Preskaler podział przez 4 i 64 - 42zł brutto.



AZ Elektronik, ul. Elektronowa 2
65-001 Zielona Góra
tel. 26-14-97, 26-94-99 w.113
tel. 25-63-98

SAM WYKONASZ OBWODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja)
cena 4,50 zł + opłaty pocztowe.

Płatne za zaliczeniem pocztowym.

Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny.
Chłerek żelazowy i pisaki do wykonania
obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie.
Pracownia Elektroniczna
skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1

zawsze aktualne !

SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA ELEMENTÓW

Sprzedaż wysyłkowa prowadzona jest
w ścisłej współpracy z redakcją
Praktycznego Elektronika przez firmę
LARO S.C. Asortyment elementów
obejmuje wszystkie urządzenia publi-
kowane na łamach Praktycznego Ele-
ktronika. Szczegółowy wykaz elemen-
tów, wraz z cenami można znaleźć
w numerze 9/96 PE na stronach 30,31.

LARO S.C.
65-958 ZIELONA GÓRA
skr. poczt. nr 149

INFOELEKTRONIKA

**Kompleksowe zaopatrzenie serwisów
w podzespoły elektroniczne**

– trafoopowielacze
– piloty VISA, GBS, HQ, KÖNIG
– półprzewodniki
– pełny program KÖNIG – ELECTRONIC
Infoelektronika tel. (0-68)
św. Cyryla i Metodego 3 24-36-00,
65-533 Zielona Góra 26-71-03

TRANSET

zestawy do samodzielnego montażu,
oraz zmontowane i zestrojone płytki:
① profesjonalnych wykrywaczy metali
z dyskryminacją oraz PI,
② przystawki zmieniającej OTV
w wielokanałowy oscyloskop,
③ generator funkcji 0,01 Hz ÷ 1 MHz,
④ radiotelefony CB,
⑤ i wiele innych zestawów.
Informator – koperta + znaczki na list polecony.
ul. Szkolna 2 - 58-550 KARPACZ

Sprzedam wobuloskop, analizator widma
do 1 GHz tel. (071) 57-16-20

Kupię Lampy 6II45C do Rubina 714
tel.(071) 57-16-20